

A MŰVELTSÉG KÖNYVTÁRA

AZ ÉLŐK VILÁGA
NÖVÉNY- ÉS ÁLLATORSZÁG

KIADJA AZ

ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSULAT



BUDAPEST

AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSULAT BETŰIVEL

AZ ÉLŐK VILÁGA

NÖVÉNY- ÉS ÁLLATORSZÁG

SZAKFÉRFIAK KÖZREMŰKÖDÉSÉVEL

SZERKESZTIK

ENTZ GÉZA és MÁGOCSY-DIETZ SÁNDOR

EGYETEMI TANÁROK

817 SZÖVEGKÉPPEL ÉS 35 MŰMELLÉKLETTEL

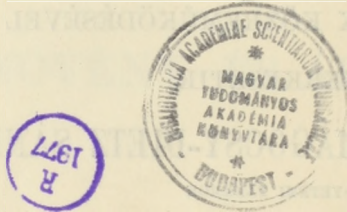


BUDAPEST

KIADJA AZ ATHENAEUM IRODALMI ÉS NYOMDAI RÉSZVÉNYTÁRSULAT

165872

AZ ÉLŐKÖNYVTÁRA
KÖNYVTÁRA
NÖVÉNY- ÉS ÁLLATORSZÁG



MINDEN JOG FENTARTVA



TARTALOM.

	Oldal
BEVEZETŐ. Irta <i>Entz Géza</i>	1
I. Az élőlények természetes csoportjai és testök összetétele	2
II. Az élet	9
III. Az élet tartama, a halál, szunnyadó és lappangó élet	30
IV. Állat és növény	37
V. Az élet eredete	51
 Növényország	61
 A NÖVÉNYTAN TÖRTÉNETE. Irta <i>Klein Gyula</i>	63
 A NÖVÉNYI TEST ALAKI TULAJDONSÁGAI. Irta <i>Filarszky Nándor</i>	85
I. A telepes növények	87
II. A száras növények	94
A) Az unipoláris tengelyű növények teste és tagoltsága	94
B) A bipoláris tengelyű növények teste és tagoltsága	96
a) A gyökér. I. A gyökerek kialakulása, alakja és osztályozása	96
II. A gyökereknek általános jellemző tulajdonságai	107
b) A szár. I. A szár részei és formái	109
II. A szárak osztályozása	112
III. A szárak élettartama	125
IV. Rügyek	128
c) A levél	131
I. A levelek alakbeli tulajdonságai	135
II. A levelek állása	141
III. A levelek osztályozása	144
d) A virág. I. A virágok fejlődése és elhelyezkedése. Virágzat	155
II. Virágrészek	163
III. Viráglevelek, virágok szerkezete	166
IV. Virágformák	181
V. A virágok feladata, virágberendezések. Megporzási folyamat	182

	Oldal
e) A termés. I. Embrióalakulás, magképzés, termésfalazat	190
II. Termések osztályozása	193
III. Termések biológiája	199
f) Csirázás, csiranövény	203
 A NÖVÉNYEK BELSŐ SZERKEZETE. Irta <i>Tuzson János</i>	 205
A növények sejtjeiről	205
A növények szöveteiről: A bőrszövet. Az edénynyalábok. A növény testének egyéb szövetei	 218
A levél szerkezete	225
A szár szerkezete	229
A gyökér szerkezete	236
A növényi test fejlődése.....	237
 A NÖVÉNYEK ÉLETFOLYAMATAI. Irta <i>Mágocsy-Dietz Sándor</i>	 239
I. A növények táplálkozása. A növények anyagszeréje	240
II. A növények növekedése	285
1. A növényi test formálódása	285
2. A növényi test energiájának átalakulása. A növények mozgása	301
 A NÖVÉNYORSZÁG RENDSZERES ÁTTEKINTÉSE. Irta <i>Tuzson János</i>	 327
A természetes növényrendszer fogalma és alapja	327
I. csoport. Nyálkagombák (Myxomycetes)	330
II. csoport. Baktériumok (Schizomycetes)	332
III. csoport. Kék moszatok (Cyanophyceae)	335
IV. csoport. Flagelláták (Flagellatae)	336
V. csoport. Dinoflagelláták (Dinoflagellatae)	337
VI. csoport. Kovamoszatok (Diatomeae)	338
VII. csoport. Konjugáták (Conjugatae)	339
VIII. csoport. Zöld moszatok (Chlorophyceae)	340
IX. csoport. Kárafélék (Charales)	342
X. csoport. Barna moszatok (Phaeophyceae).....	344
XI. csoport. Vörös moszatok (Rhodophyceae)	347
XII. csoport. Gombák (Fungi)	348
Zuzmók (Lichenes)	358
XIII. csoport. Archegoniumos növények (Archegoniatae)	360
I. alcsoport. Mohók (Bryophyta)	361
II. alcsoport. Harasztfélék (Pteridophyta)	366
1. osztály. Harasztok (Filicales)	366
2. osztály. Surlók (Equisetales)	369
3. osztály. Korpafüvek (Lycopodiales)	371
XIV. csoport. Virágos növények (Siphonogamae, Phanerogamae)	372
I. alcsoport. Nyitvatermők (Gymnospermae)	374
1. osztály. Cikászfélék (Cycadales).....	375
2. osztály. Ginkgofélék (Ginkgoales)	375

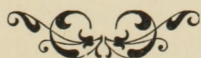
	Oldal
3. osztály. Toboztermők (Coniferae)	376
4. osztály. Gnetumfélék (Gnetales)	380
II. alcsoport. Zárvertermők (Angiospermae)	381
1. osztály. Egyszikűek (Monocotyledoneae)	382
2. osztály. Kétszikűek (Dicotyledoneae)	390
1. alosztály. Szabadszirmúak (Archichlamydeae)	390
2. alosztály. Forrtszirmúak (Metachlamydeae)	405
Állatország	413
AZ ÁLLATTAN FELADATA, ÁGAZATAI ÉS TÖRTÉNETE. Irta Entz Géza	
Szemelvények az állattan irodalmának különböző korszakaiból:	415
Aristoteles	436
Cajus Plinius Secundus	439
Apáczai Cseri János	442
Miskolczi Gáspár	444
Ulysses Aldrovandi	445
Linné (Carolus Linnaeus)	449
Georges Cuvier	451
Teodor Schwann	455
Charles Robert Darwin	457
AZ ÁLLATOK SZERVEZETE, ÉLETE ÉS FEJLŐDÉSE. Irta Gorka Sándor	
A sejt és részei	481
A szövetek	494
A szervek	511
I. Fenntartó szervek.	
A) Önfenntartószervek	513
1. Emésztő és áthasonító szervek	514
2. Keringési szervek	523
3. Lélekzőszervek	530
4. Kiválasztó szervek	535
B) Fajfenntartó szervek	538
II. Viszonyossági szervek.	
1. Kültakaró	545
2. Érzékszervek	546
Idegrendszer	562
A mozgás szervei	573
Az állatok szaporodása	578
Az állatok fejlődése	587

	Oldal
AZ ÁLLATOK RENDSZERE. Irta <i>Soós Lajos</i>	595
I. törzs. Véglények (Protozoa)	599
Soksejtű állatok (Metazoa)	605
II. törzs. Tömlőállatok (Coelenterata)	605
1. altörzs. Szivacsok (Spongiaria v. Porifera)	605
2. altörzs. Csalánozók (Cnidaria)	607
III. törzs. Férgesek (Vermes)	611
1. altörzs. Alsóbbrendű férgek (Scolecida)	612
2. altörzs. Gyűrűsférgesek (Annelida)	619
Függelék a férgekhez	622
IV. törzs. Tüskésbőrűek (Echinodermata)	624
V. törzs. Puha- vagy lágytestűek (Mollusca)	628
VI. törzs. Izeltlábúak (Arthropoda)	636
1. altörzs. Kopolyúsok vagy rákfélék (Branchiata v. Crustacea)	637
2. altörzs. Légcsövesek (Tracheata)	641
VII. törzs. Gerinchúros állatok (Chordata)	652
VIII. törzs. Gerincesek (Vertebrata)	654
1. altörzs. Amnionnélküliek (Anamnia)	659
2. altörzs. Amnionosok (Amniota)	662
 AZ ÁLLATFAJOK SZÁRMAZÁSA. Irta <i>Gorka Sándor</i>	 671
BETÜRENDES NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ	703

Amire általánosan elfogadott, jó magyar mesterszavunk nincsen, annak megjelölésére a szerzők a tudományban szokásos szakkifejezéseket használják.

KÜLÖN MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

	Oldal
Tengeri moszatok az Adriában. Színes műmelléklet fedőlappal (1.)	92
Gombák és zuzmók. Színes műmelléklet fedőlappal (2.)	94
Mohok és virágos növények (3.)	94
Mangrove-erdő Keletindiában (10.)	102
Harasztféle növények. Színes műmelléklet fedőlappal (4.)	110
Lúc fenyők (5.)	112
Alhavasi virágos növények. Színes műmelléklet fedőlappal (6.)	128
Cikászféle Cycadeae (7.)	128
Bükkös (8.)	128
Welwitschia Mirabilis a kalahari sivatagon (9.)	132
Húsevő növények. Színes műmelléklet (19.)	270
Virágos élősködő növények. Színes műmelléklet (18.)	272
Fagyöngylepte fekete nyárfa (21.)	274
Kriptogám növények I. Színes műmelléklet (11.)	332
Kriptogám növények II. Színes műmelléklet (12.)	348
A szőlő peronosporája. Színes műmelléklet (15.)	352
Növénybetegségek gombái. Színes műmelléklet (14.)	356
Királyhegyi növénycsoport (13.)	360
Részlet a monori homokpusztáról (20.)	390
A hévizi tündérrózsa. Színes műmelléklet (16.)	394
Daphne Arbuscula. Színes műmelléklet (17.)	404
A korallzátonyok állatvilágából. Színes műmelléklet (22.)	460
Tengeri szifonofora-telep. Színes műmelléklet (23.)	474
Egy medúza (Aurelia aurita) fejlődése (24.)	586
Tüdős hal (Ceratodus) fejlődése I. (25.)	592
Tüdős hal (Ceratodus) fejlődése II. (26.)	592
A sugárállatkák (Radiolaria) művészi alkotású vázai (27.)	600
Medúzák. Színes műmelléklet (28.)	606
Tengeri gyűrűs férgek. Színes műmelléklet (29.)	620
Tengeri evezőlábú rákok. Színes műmelléklet (30.)	640
Rovarok. Színes műmelléklet (31.)	646
Mérges kigyók. 1. A keresztes vipera. 2. A csörgő kigyó (32.)	664
A lármás bibic (Vanellus cristatus (33.)	666
Tigris (Felis tigris). Fiatal csimpánz különböző kedélyállapotban (34.)	670
A tengerfenék állatvilága. Színes műmelléklet (35.)	680



BEVEZETŐ

AZ ÉLŐK VILÁGA

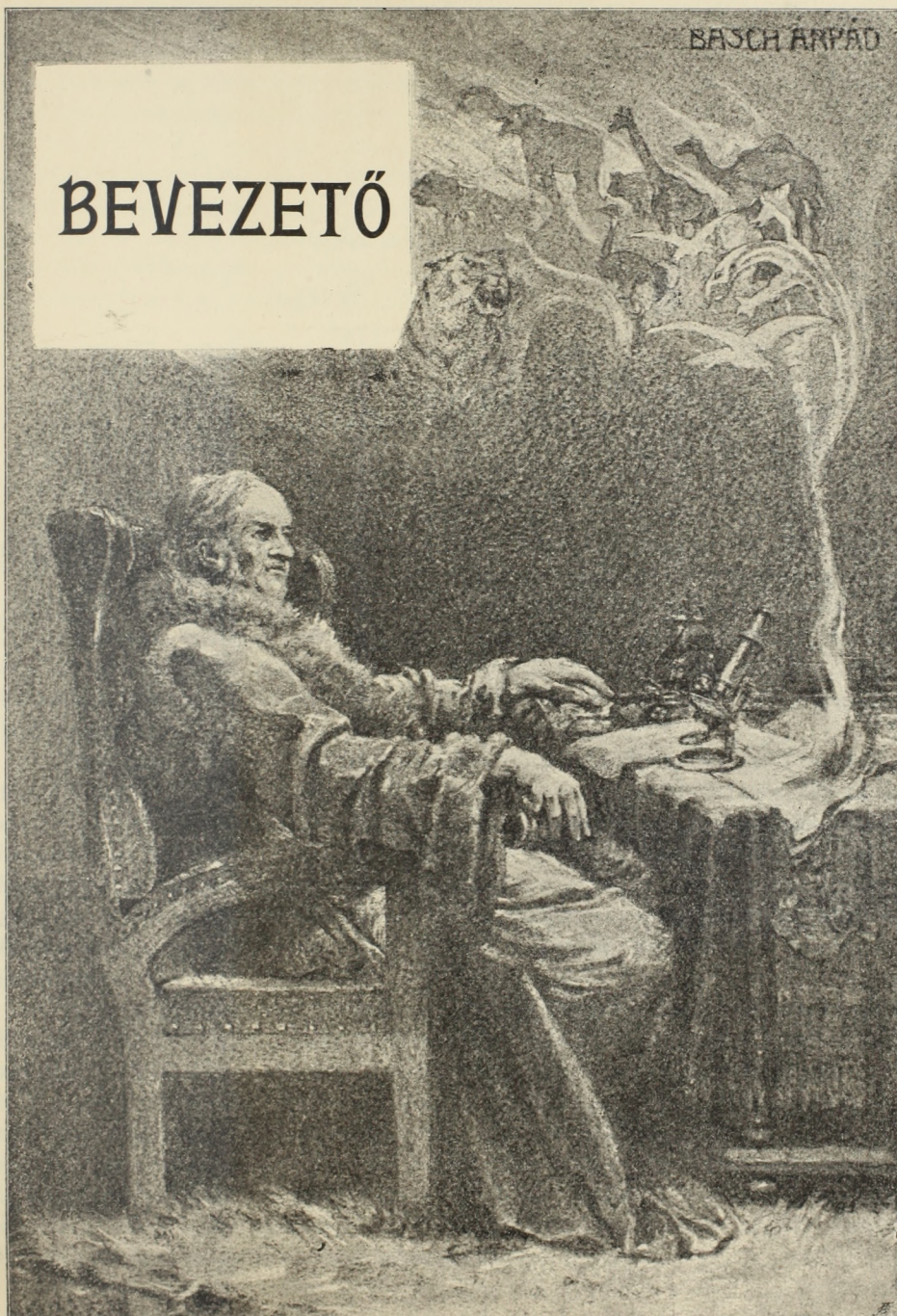
NÖVÉNY- ÉS ÁLLATORSZÁG

NOVENY- ÉS ALLVATORNAI

ÉS ÉRŐK ALTAGA

BASCH ARPAD

BEVEZETŐ



BEVEZETŐ

BEVEZETŐ.



MÜVELTSÉG KÖNYVTÁRA e kötetének tárgya az *élők világa*, az ember kizárásával, mint akinek ismertetését egy előző kötet adta. A természettudományoknak az élőlényekkel foglalkozó ágazatai, az ú. n. *biológiai* tudományok, nem azok többé, amik voltak még ezelőtt egy-két emberöltővel, amikor legfőbb feladatukat a természet élő tárgyainak leírásában s többé-kevésbbé önkényes elveken alapuló rendszerbe való foglalásában keresték.

Az összes természettudományoknak a mult században kezdődött hatalmas föllendülése a biológiai tudományokat is új szellemmel ihlette meg. Ez az új szellem a jelenségek nagy tömegében a belső, törvényszerű vonatkozások megismerését s rendszeres összefoglalását tűzte ki feladatául; s ez az, ami a biológiai tudományokat egy félszázad leforgása alatt arra a magaslatra emelte, amelyet a többi természettudományok már régebben elfoglaltak, — azok a tudományok, melyek hivatva vannak az emberiség művelődését vezetni és irányítani.

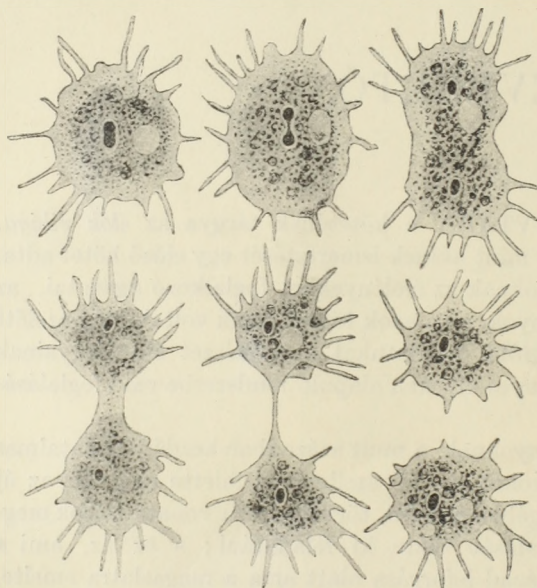
A természet tanulmányozásába való elmélyedés régi és új szelleme közötti különbség az oka annak, hogy az élőlényekről szóló tudományok a szaktudósok zárkózott testületén kívül álló művelt köröket, melyek nem összefüggés nélküli adatok ismeretére, hanem a dolgok lényegének megismerésére vágnak, régebben meglehetősen hidegen hagyták, ellenben ma, mondhatnók, mindenki egyre fokozódó érdeklődéssel fordul feléjük. Az »*Élők világa*« ennek a közérdeklődésnek kíván szolgálni, midőn az új szellemtől vezérelt biológiai kutatások általános érdekű főbb eredményeit, tudásunk fejlődését és mai állását összefoglalva adja a magyar olvasóközönségnek.

* * *

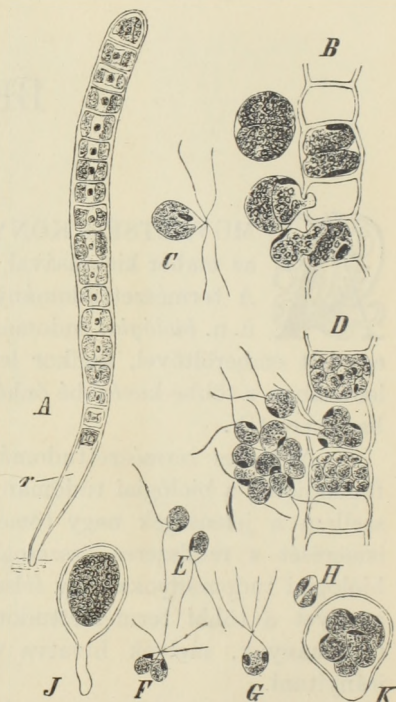
I. Az élőlények természetes csoportjai és testök összetétele.

A természet tárgyainak egy részét a rajtok észlelhető jelenségek ama sorozata jellemzi, amelyet az *élet* szó fejez ki; ezeket a természeti tárgyakat éppen ezért *élőlényeknek*, vagy más szóval *szervezeteknek* nevezzük, azért, mert életműködéseikre külön műszereik, ú. n. *szerveik* vannak.

Az élőlényeket a közéletben két nagy csoportba, országba, t. i. állat- és növényországba szokás beosztani. Ez a beosztás azokra az élőlényekre, melyekkel naponként találkozunk, elégséges is; ámde, miként alább alkalmunk lesz kifejteni, az élet legalsó fokán számtalan oly élőlényre akadunk, amelyről lehetetlen megmondanunk vajjon állatok-e, avagy növények. Ezeket a legalsóbbrendű szer-



1. ábra. Az Amoeba polypodia egyszerű kettéoszlása. A test belsejében fekvő, sötétre színezett test, az améba magja, a mellette levő, világos, kerek képződmény pedig a lüktető üregecskéje. F. E. Schulze szerint.



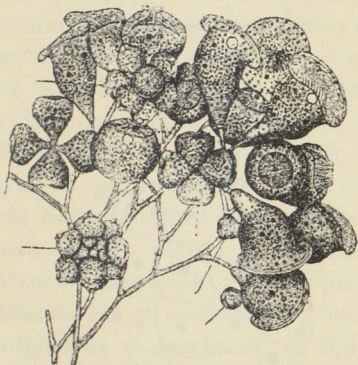
2. ábra. Ulothrix zonata nevű fonalas alga. A egymás után következő sejtekből álló fiatal fonál rögzítésre való rizoidsejttel (r). 300-szoros nagyítás. B fonálrészlet, melynek minden sejtjéből két rajzóspóra bujik ki. C rajzóspóra. D fonálrészlet egybekelésre szánt spórákkal (gamétákkal). E két gaméta. F, G a gaméták egybekelése s eggyéolvadása. H az egyesült gamétákból lett zigóta. I zigóta a pihenési időszak után. K zigóta, melynek tartalma rajzóspórákra oszlott. B—K 482-szeres nagyítás.

Dodel-Port szerint.

vezeteket, melyek a két nagy országot egymáshoz kapcsolják, *véglényeknek* (*Protista*), s közöttük azokat, amelyek állatok módjára táplálkoznak, *állati véglényeknek* (*Protozoa*), azokat pedig, amelyek táplálkozásukban a növényekkel egyeznek meg, *növényi véglényeknek* (*Protophyta*) nevezzük.

Valamennyi élőlényre egyaránt jellemző, hogy életét egyetlen sejt alakjában kezdi. Ezt az egysejtűséget az élőlények legalsóbbjai egész életükön át megtartják

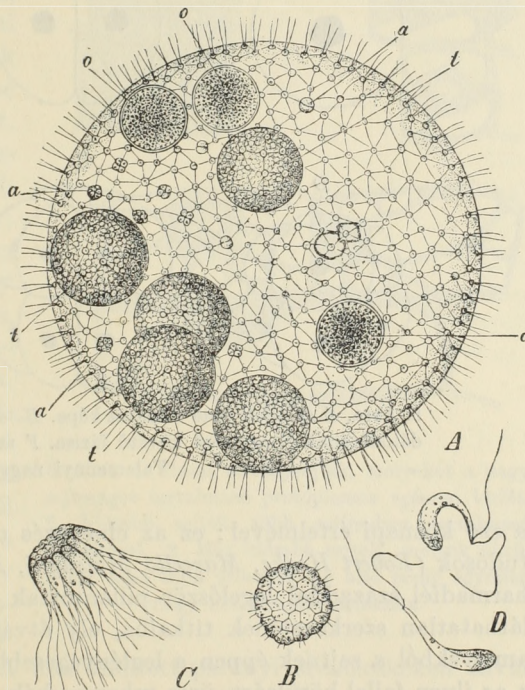
s ha szaporodásuk idejében megoszlanak, oszlási feleik elválnak egymástól, hogy mindegyik fél mint külön egyén folytassa életét. (1. ábra.) Ilyen egysejtű szervezetek a véglények, amelyek között azonban olyanok is vannak, melyeknek sejtegyénei nem válnak el egészen egymástól, hanem láncolatban (pl. fonalas algák, 2. ábra), faalakú (pl. *Epistylis*, 3. ábra), gömbölyded (pl. *Volvox*), lemez-, gumó- s több másféle alakú teleptestben együtt maradnak. Ezen egysejtű lények telepeiben többnyire valamennyi egyén egyforma s mindegyik egyaránt alkalmas az összes életműködésekre; de ismerünk olyan sejttelepeket is, melyeknek egyénei között a munkamegosztás elve érvényesült s a különböző élettani munkára való sejtjeik már külsejükben is különböznek egymástól; például szolgálhat a *Volvox aureus*, amelynek gömbalakú sejt-



3. ábra. Az *Epistylis umbellaria* nevű ázalékállatka faalakú telepének részlete. Greeff szerint Hertwig állattanából.

telepében a szaporodásra külön egyénei vannak s ezek alakjukban, nagyságukban, egész külsejükben nagyon különböznek a telep többi egyéneitől. (4. ábra.)

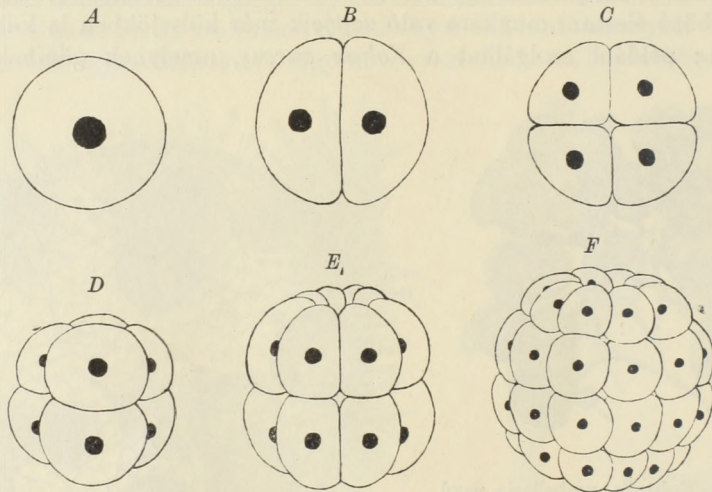
Ezekkel a kezdetleges, egysejtű szervezetekkel szemben mindazok a felsőbbrendű élőlények, melyeket az egysejtű protozoákkal és protofitákkal szemben *metazoák* és *metafiták* néven szoktunk összefoglalni, csak kezdetben, csak pete-, illetőleg spóra-állapotukban egysejtűek, ellenben teljesen kifejlődve több, sőt rendszeren töménytelen sokaságú sejtből vannak összetéve. Mindezek a sejtek a kezdősejtből, azaz a petesejtből fejlődtek ki, mely gyorsan ismétlődő oszlások során egész sejtnevezéket hozott létre, de amelynek alkotó elemei nem váltak el egymástól, mint a véglény-



4. ábra. *Volvox aureus*. A a gömbalakú teleptest három, rövid idő előtt megtermékenyített petével (*o*), több, fejlődésben levő, spermatozoid-nyalábbal (*a*) és öt fiókteppel (*t*). 180-szoros nagyítás, B 32 sejtből álló spermatozoid-nyaláb felülől, C oldalról nézve. D két spermatozoid. 824-szeres nagyítás. Klein szerint.

sejtek, hanem együtt maradva alkotják a felsőbbrendű állatok és növények soksejtű testét (5. ábra). Eszerint tehát a felsőbbrendű élőlények teste szám-
talan oly élő egységből, azaz sejtéből van összetéve, mint amilyenek egyenként
alkotják a véglények testét.

Minthogy az eddig előadottakban folytonosan használtuk a sejt kifejezést,
anélkül hogy megmagyaráztuk volna, követelőleg lép előtérbe az a kérdés,
hogy voltaképen mik azok az élő egységek, amelyeket sejteknek nevezünk?
Az, amit a tudományban sejtnek nevezünk, legkevésbé sem egyezik meg



5. ábra. A az állati pete vázlatos képe. B—F a pete oszlásának, ú. n. baráz-
dálódásának öt egymást követő fázisa. F szederalakú csira (ú. n. morula).
Valamennyi nagyítva.

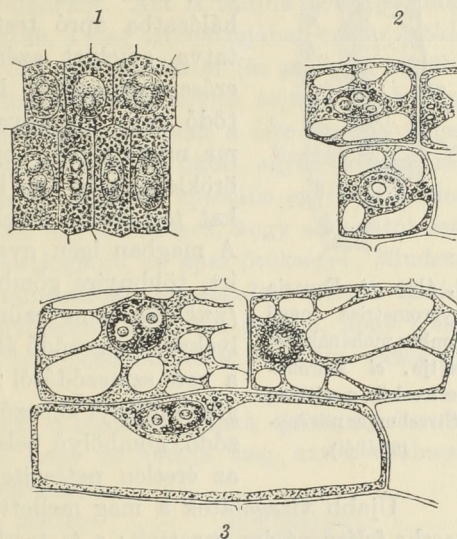
a szó köznapi értelmével; ez az elnevezés onnan ered, hogy azok az érdekes
tudósok (*Robert Hooke*, *Marcello Malpighi*, *Nehemia Grew*), akik ezelőtt közel
harmadfél századdal legelőször pillantottak be az élőlények szabad szemmel
láthatatlan szerkezetének titkaiba, oly átváltozott növénysejteket vizsgáltak,
amelyekből a sejtnek éppen a leglényegesebb része, élő állománya már eltűnt
s az ilyen fallal körülzárt, üres rekeszecskék bizonyos fokig csakugyan hason-
lítanak a méhek vagy darazsak építette lép sejtjeihez. A *Robert Hooke*-tól
a parafát alkotó elemek megjelölésére 1667-ben először használt *sejt* («cell»)
kifejezés gyorsan meghonosodott a tudományban s szelvében használjuk ma
is, ámbár az élő sejtet senki sem tartja többé méhsejthez hasonló levegő- vagy
nedvtartalmu rekeszecskének; az értelem megváltozott, de az elnevezés meg-
maradt, valamint megmaradt pl. a *toll* és *papiros* elnevezés, ámbár senki sem
ír többé lúdtollal a papiros-káka (*Cyperus Papyrus*) beléből készült hártyára.

Az állati és növényi sejtek eredeti egyszerűségükben, — amilyenek pl.
a fiatal petesejtek, vagy a növények tenyésző-kúpjának sejtjei, — szabad
szemmel láthatatlan, élesen határolt testecskék, amelyek, ha szabadon
fejlődhetnek, rendesen gömbölydedek, ellenben ha sűrű tömegben állanak,

egymást sokszögletesen összenyomják (6. ábra). Minden ilyen testecske nyúlós, nyálkás-kocsonyás félfolyékony állományból áll, melyben egy, ritkábban több, leggyakrabban gömbölyded magot lehet megkülönböztetni. Ezt a magot magában rejtő állományt, mely a sejtnak a testét képezi, *protoplaszma* névvel jelöljük.* A protoplaszma üvegtiszta alapállományból áll, mely meglehetősen szabályos közökre eső parányi szemecskéket tartalmaz. Majd vékonyabb, majd vastagabb kéregrétege (*ektoplazma*) rendesen szemecskétlen s tömöttebb összeállású mint a szemecskézett és hígabb összeállású belső plazma (*endoplazma*).

A növényi sejtek felszínét majd nagyon vékony, majd tekintélyes vastagságú, úgy kifelé, mint befelé élesen határolt burok (sejthártya, sejtfal) zárja körül, ellenben az állati sejtek többnyire buroktalanok s csak az ektoplazmának egyre tömörebbé váló felszíni rétege határolja őket. Ezek azok a differenciációk, melyek a protoplazmán kellő nagytás alatt közvetlenül észlelhetők; arra nézve, vajjon a protoplaszma alapállományának van-e valamely állandó finom szerkezete, s ha van, milyen ez a szerkezet, ez idő szerint még nagyon eltérők a nézetek, amelyeket éppen ezért bizvást mellőztünk. A protoplaszma különböző vegyületeknek az élet folyamában természetesen változó keverékéből áll, melyek között a főszerepet a sohasem hiányzó protein- vagy fehérjenemű anyagok játsszák, amelyek különböző oldatokat tartal-

mazó nedvvel vannak átvívódva. A már említett parányi szemecskéken kívül gyakran vannak a protoplazmában későbbi felhasználásra szánt tartalékanyagok (zsír, glikogén, keményítő, aleuron stb.) különböző alakú rögöcskék, szemecskék, cseppek, kristályos testecskék alakjában. A zöld növények protoplazmájának tipikus záradékai közé tartoznak még a klorofill-testecskéknek nevezett gömbölyded vagy tojásdad képződmények (7. ábra). Ezeken kívül lehetnek még a protoplazmában apró rögöcskékben kiváló anyagforgalmi bomlástermékek s különböző szöveti sejtekben más és más specifikus záradékok. Sok, különösen gyorsan növekedő sejtben kisebb-nagyobb, nedvvel

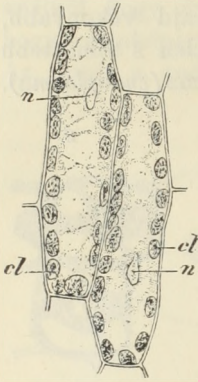


6. ábra. 1. Fiatal növénysejtek, melyeket a nagy sejtmagot tartalmazó protoplaszma egészen kitölt. 2. Idősebb sejtek, több, sejtnedvet tartalmazó üröcskével. 3. Még idősebb sejtek, melyek közül a két felső több üröcskét, az alsó pedig egyetlen nagy nedvüreget tartalmaz.

* A szerzők egy része, *Strasburgert* követve, az egész sejtet minden zárványával együtt protoplazmának s a sejt testét *citoplazma*-nak, a mag állományát pedig *karioplazma*-nak nevezi; ellenben a szerzők más része a protoplaszma kifejezést eredeti (*Mohl-Schultze-féle*) értelmében csak a sejt testének megjelölésére használja.

telt üröcskék fejlődnek. Minderről részletesebben lesz szó e mű növény- és állattani részében.

A sejtmag, mint már említettük, legtöbbször gömbölyded testecske, melyet burok határol. Állományát majd sűrűbben, majd ritkábban szőtt fonálhálózat



7. ábra. A *Funaria hygrometrica* nevű lombos mohának két sejtje. *cl* klorofill-testecskek, *n* sejtmag (Strasburger növénytanából).

vagy gerendázat járja át, melynek közei nedvvel vannak kitöltve. E hálózat szálaira (*lininszálak*) jellemző, hogy a szövetek tanulmányozásánál használatos festőanyagok legtöbbje nem festi meg s ezért a szálak anyagát *akromatinnak*, azaz nem festődő anyagnak szokás nevezni. Ebbe a hálózatba apró testecskek alakjában oly anyag van beiktatva, amelyet azért, mert festőszerekkel kezelve nagyon erősen színeződik, *kromatinnak* vagy *nukleinnak*, azaz festődő vagy maganyagnak nevezünk. A kromatin, melyről ma már tudjuk, hogy ez az a fontos anyag, melyhez az öröklékenység van kötve, állományában oly proteinanyagokat tartalmaz, amelyeknek foszfor az egyik alkotóeleme. A magban igen gyakran van egy vagy több élesen körülírt, többnyire gömbölyded testecske, melyet magocskának (*nukleolusz*) nevezünk. Nem ritkák azok a sejtmagok, amelyeknek színeződő állománya egy tömegben külön van válva a nem színeződőtől; az ilyen ú. n. hólyagszerű magok gömbhüvelyt képező, nem színeződő udvarból és erősen színeződő, gömbölyű belső testből állanak. Ilyen pl. az amébák, az éretlen petesejtek, az idegsejtek magja stb.

Újabb vizsgálatok a mag mellett egy vagy két parányi gömbölyded testecske felfedezésére vezettek; a testecskek a *centroszómák* (azaz középponti testecskek), melyek mindegyike egynemű világos udvarral (*centroszféra*, *attrakciószféra* vagy egyszerűen *szféra*) van körülfogalva, amely körül a környező plazma sugarasan rendeződik el (8. ábra). A centroszóma a metazoa-sejtekben, legalább az oszlást megelőzőleg, állandóan megvan, ellenben a protista- és növénysejtek legtöbbjében még nem sikerült biztosan kimutatni.

Minden sejt önálló életegység, mely mindazon életnyilvánulásokra alkalmas, amelyekkel alább meg fogunk ismerkedni; az életműködések pedig úgy az egysejtű, mint a soksejtű szervezetek testében a protoplazmában játszódnak le s ezért méltán mondják a protoplazmát az élet alapállományának, az élet tűzhelyének, mely az élet lángját, mindaddig, míg ép, az általános életfeltételek pedig kedvezők, lobogva tartja.

Újabb időben, számos kiváló bűvár beható vizsgálatai alapján, abba is szereztünk némi bepillantást, hogy a sejtnak tipikus részei (mag, centroszóma, a növénysejtek kromatoforái) miféle szerepet játszanak a sejt életében. A magról tudjuk, hogy a sejt összes életműködéseit sokszorosán befolyásolja, mint valamely centrális szerv irányítja, igazgatja. Ez állítás helyességét több észlelet és kísérleti adat bizonyítja, melyek közül csak példaképpen említünk néhányat. Ha valamely egysejtű szervezetet, pl. egy megnyult magú ázalékállatkát, oly módon vágunk ketté, hogy a magból mindkét darabra jut egy részlet,

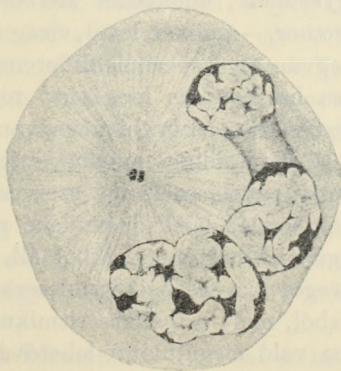
úgy a két darab rövid idő alatt teljesen kiegészítődik ; ellenben a két vagy több darabra osztott ázalékállatkának az a darabja, melyre magrészet nem jutott, kiegészítődésre képtelen s okvetetlenül elpusztul. E kísérlet azt bizonyítja, hogy vagy a mag termeli a kiegészítődésre szükséges anyagot, vagy hogy ez az anyag a protoplazmában csak a mag jelenlétében, a mag közreműködésével képződhetik. Egy feldarabolt amébának magnélküli darabja mag nélkül is elten-gődik ugyan egyideig, sőt táplálékot is vesz fel, de ezt megemészteni nem tudja s néhány nap múlva menthetetlenül tönkremegy. Ez a kísérlet pedig azt bizonyítja, hogy vagy a mag maga, vagy pedig a protoplazma fejleszt a mag hatása alatt valamely emésztőváladékot. Azt is tudjuk továbbá, hogy a magban, még pedig, mint már említettük, a mag kromatinjában van az öröklés anyaga. Egész határozottsággal bizonyítja ezt mindazon (és pedig a legtöbb) állat termékenyítése, melynek petéjébe a termékenyítő sejtnek csak mag-állományból álló feje (és centroszómája) hatol be s csak a feje egyesül a pete magjával ; mert a termékenyített petéből fejlődő fiatal egyén köztudomás szerint nemcsak az anyjának, hanem az apjának speciális egyéni tulajdon-ságait is átörökli s kifejleszti, ami csak úgy lehetséges, hogy az apától szár-mazó termékenyítő sejt magja magában foglalja az apai örökséget. Mindezek a pontos kísérletekre és vizsgálatokra támaszkodó tapasztalati adatok határo-zottan igazolják ama fentebbi tétel helyességét, mely azt tanítja, hogy a mag a sejtnek ama centrális szerve, mely a sejt életműködéseit irányítja, igazgatja, dominálja.

Az állati sejt másik alkatrészének, a centroszómának élettani jelentősé-géről pontos vizsgálatok azt tanítják, hogy ez indítja meg azt a többnyire nagyon bonyolódott folyamatot, mellyel a sejt oszlása jár s ezért méltán nevezhető a centro-szóma a sejt *oszlási szervének* ; mások *vezér-testnek* is nevezik.

Említettük, hogy a növényi sejtek tipikus alkatrészei közé tartoznak az ú. n. kromato-forák, melyekről itt csak annyit akarunk meg-jegyezni, hogy ezeknek egy részéből fejlődnek a fény hatása alatt a növénysejtek áthasonító szervei, a *klorofilltestecskék*.

Az előadottakból kitűnik, hogy a sejtek maguk is kis szervezetek, melyeken, miként említettük, az élőlényekre jellemző összes élet-nilvánulások észlelhetők ; minthogy pedig ezek a kis szervezetek mintegy alkotó elemeit képezik a soksejtű állatok és növények testé-nek, méltán megilleti őket a *Brückétől*, a hír-neves fiziologustól származó, ma már széltében használt *elemi szervezet* kifejezés.

Mindabból, amit eddig előadtunk, azt lehetne következtetni, hogy az állatok és növények teste töménytelen sokaságú, gömbölyded vagy egymást sokszögletessé nyomó sejtek halmazából áll. A dolog nem így van. Már az



8. ábra. Nagy buroknélküli sejt (szín-telen vérsejt) megnyúlt karélys mag-gal, centroszómával, szférával és e körül protoplazmasugarakkal.

egysejtű véglényeken is azt találjuk, hogy az a kezdetleges, primitív sejt, melyet ismertetésünkben mintaképül választottunk, a nagyon különböző életviszonyokhoz való alkalmazkodás következtében többé-kevésbbé, sokszor annyira megváltozott, hogy pl. egy kovavázás Radolariában, vagy egy csillangós ázálékállatkában első pillanatra alig tudjuk a sejtet felismerni. Még sokkal fokozottabb mértékben változnak meg a sejtek a soksejtű szervezetekben. A soksejtű állatok és növények testében a sejtek milliói, egy ma már közszájon forgó kifejezést használva, mintegy rendezett államszervezetbe vannak egyesülve, melyen belül mindegyik állampolgár, azaz mindegyik sejt a maga önálló életét éli, de egyben, mint az egésznek része, az egész szervezet érdekében bizonyos speciális munkát végez. Mert a sejtállamban, éppen úgy mint a civilizált államban, a munkamegosztás elve érvényesül. Az egész szervezet érdekében más és más munkát végező sejtek pedig, a feladatukat tevő munkának megfelelőleg, eredeti egyszerű szervezetüket többé-kevésbbé, sokszor nagyon lényegesen megváltoztatják. A sejtek legtöbb esetben nem egyenként, hanem kisebb-nagyobb csoportokban változnak meg. Az egyenlően megváltozott, vagy a szélében használt kifejezéssel élve, az egyenlően differenciálódott sejtek összefüggő csoportjait *szöveteknek* nevezzük. A soksejtűek teste eszerint különböző szövetekből van összetéve, melyeknek végső alakelemei a különböző módon differenciálódott sejtek (*szövetelemek*).

De a soksejtűek testének összetételében a szövetek sem képviselik a legfelsőbb szervezeti kategóriát. A különböző szöveteknek kisebb-nagyobb tömegei ugyanis bizonyos határozott törvények szerint elrendeződve, ama speciális működésre való majd egyszerűbb, majd bonyolódottabb szerkezetű testrészekké egyesülnek, amelyeket *szerveknek* (*organum*) nevezzük (pl. szem, tüdő, szív, gyomor, — gyökér, levél, virág stb.). A szerveket alkotó szövetek mindegyikének megvan az ő speciális differenciációjának megfelelő külön működése; ez azonban harmonikus kiegészítő része annak a magasabb munkakörnek, melynek végzésére a szerv hivatva van.

Komplikált munkák végzésére több szerv szintén szorosabb viszonyba léphet egymással s így szerveződnek az ú. n. *szervkészülékek* (*apparatus*). Valamely emlős lélekzőkészüléke pl. nem csupán azokból a töménytelen mennyiségű tüdőhólyagocskákból áll, melyekben a gázcsere véghez megy, hanem a levegőt bevezető csőrendszerből, továbbá abból a bonyolódott izomberendezésből, mely a mellkas ritmikus tágításával és szűkítésével a levegőnek a tüdőben való megújulását lehetővé teszi. Oly szervek, melyek az egész testben elvannak terjedve, vagy többszörösen vannak meg, ú. n. *rendszereket* alkotnak (pl. csont-, izom-, ideg-, véredény-, gyökér-, levél-, fibrovazális rendszer stb.).

Fentebb a sejtekben is megkülönböztettünk szerveket (mag, centroszóma, kromatoforák, klorofilltestecskék, sejtburók, sejtfa) s ezt a szerv élettani meghatározása szerint, mely úgy szól, hogy a szerv az élőlényeknek bizonyos meghatározott munka végzésére való differenciálódott része, jogosan tehetjük. Magától értetődik, hogy a sejtek szervei (néhány *organulumoknak*, azaz *szervecskének* nevezik), melyek különösen számos véglény egysejtű testét teszik oly szerfelett bonyolódottá, minthogy csak részei a sejtnek, szövetekből összetéve nincsenek.

II. Az élet.

Bevezető sorainkat avval kezdtük, hogy a természetben előforduló tárgyak egy részét az jellemzi, amit az *élet* szóval fejezünk ki, de az élet fogalmával mindeddig nem foglalkoztunk; helyén lesz tehát azt a kérdést felvetnünk, hogy voltaképen *mi is az élet?*

Erre az egyszerűnek látszó kérdésre vajmi nehéz a teljesen kielégítő felelet s e feleletnek aszerint nagyon különbözően kell hangzani, amint az életet különböző nézőpontból kiindulva elemezzük.

Ime az életnek néhány definíciója :

»Az élet a táplálkozás, a növekedés és az elmúlás, melynek oka önmagában (azaz magában az életben) van.« (*Aristoteles.*)

»Az élet a hatásoknak belső principiuma.« (*Kant.*)

»Az élet ama működések összessége, amelyek a halálnak ellenállanak.« (*Bichat.*)

»Az élet ama tünemények összessége, amelyek a szerves testeken bizonyos határolt időn belül egymást követik.« (*Richerand.*)

»Az élet a tárgyak amaz állapota, melyben ingerek hatása alatt a szerves mozgás lehetséges.« (*Lamarck.*)

»Az élet nem más, mint a belső viszonyoknak a külső viszonyokhoz való folytonos alkalmazkodása.« (*Herbert Spencer.*)

»Az egyén élete alatt mindamaz erők összességét, vagy helyesebben mindamaz erők összességének eredményét értjük, amely az egyénben egyidejűleg működik.« (*Semper.*)

Nem szenved kétséget, hogy mindeme definíciók magukban helyesek; de azért egyik sem elégíthet ki teljesen, mert mindegyik definíció speciális nézőpontból indul ki. Ámde ez nem is lehet másképen, mert, mint *Pascal* mondja, az olyan dolgoknak, melyeket nem maga az értelem teremtett, nincsen és nem is lehet definíciója, s így nincsen és nem is lehet definíciója a természet jelenségeinek. Az élet definíciójával úgy vagyunk, mint az időével, melyről *Poinsot* matematikus szellemesen mondja: »Ha valaki azt kívánná tőlem hogy definiáljam az időt, azt felelném neki: Tudja ön, hogy miről beszél? Ha azt válasszolná, hogy tudja, — azt mondanám, hogy hát beszéljünk az időről. Ha ellenben azt, hogy nem tudja, akkor azt ajánlanám, hogy beszéljünk valamely más dologról.«

Kövessük *Poinsot* példáját. Hagyjuk tehát a körmönfont filozófiai definíciókat s beszéljünk az életről, mint olyan valamiről, amiről mindnyájan tudjuk, vagy legalább érezzük, hogy mi.

* * *

Minden élőlényen élete folyamán ötféle alapjelenség nyilvánul, amelyek együttesen teszik az élet lényegét. Ez alapjelenségek, életnyilvánulások: a táplálkozás s ezzel kapcsolatos anyagforgalom, a növekedés, a szaporodás, az ingerlékenység és a mozgékonytság.

Lássuk ezeket a valamennyi élőlénnel közös életnyilvánulásokat külön-külön.

Táplálkozás és anyagforgalom. — Az élőlények életök fenntartására nagyon különböző munkákat végeznek. Ezen munkákra azt az erőkészletet használják, amely testök anyagalkatrészeiben van mintegy raktározva. Hogy a tunya anyagban felhalmozott tétlen erők, mint munkaerők, tevékenyvé váljanak, oxigénre van a szervezeteknek szükségök, melyet vagy közvetlenül a környező körlégből, vagy pedig abból a levegőből vesznek fel, mely a vízben van elnyelve s a felvett oxigénnel testök anyagain oxidálják, azaz mintegy elégetik. Ennek az élet tartama alatt folytonosan tartó fény nélküli égésnek végtermékei, az ú. n. bomlástermékek (széndioxid, vagy szénsav és víz, melyekhez az állatokban még azok a nitrogéntartalmú bomlástermékek járulnak, amelyek a vizeletben vannak) a szervezetből, mint immár hasznavehetetlen, sőt ártalmas anyagok, kiküszöböltetnek. Az élőlények tehát életök folyamatában testöket elemésztik s anyagaikban, mint a meggyújtott fáklya, egyre fogynak. Ámde az élőlényeknek megvan az a sajátoszerű tehetsége, hogy elhasznált anyagaikat, kedvező körülmények között, mindaddig, amíg életök tart, pótolhatják. Erre való a táplálkozás, az az élettani folyamat, melynek az a lényege, hogy az élőlények a külvilágból magukba vesznek bizonyos anyagokat, a táplálóanyagokat, amelyek bonyolódott kémiai változások során oly vegyületekké lesznek, amelyek már most alkalmasakká váltak arra, hogy az erők fejlesztésére szétbontott és kiküszöbölt anyagalkatrészeket pótolják; de előbb-utóbb ezek a vegyületek is arra a sorsra jutnak az élet hullámszásában, mint azok, amelyeknek helyébe léptek: azaz ezek is oxidálódnak és felbomlanak az élet fenntartására többé nem alkalmas vegyületekre, amelyeket a szervezet magából kiküszöböl. S az építésnek és rombolásnak ezen szüntelen munkája mindaddig tart, míg az élet lángja lobog.

Az élőlények a táplálkozásra kedvező körülmények között nagyobb mennyiségben készítenek a tápláló anyagokból új, speciális vegyületeket mint amennyi az elélt vegyületek pótlására szükséges s ezeket a szűkös időre mint tartalékanyagokat (zsírok, glikogén, keményítőliszt, aleuron stb.) halmozzák fel testükben.

A táplálkozás élettanának ama mozzanatát, amelyben a táplálékkal felvett, az illető szervezetre idegen vegyületekből oly vegyületek képződnek, amelyek megegyeznek az illető élőlény ama speciális vegyületeivel, amelyeket pótolni vannak hivatva, *áthasonításnak* (*asszimiláció*) nevezzük; *anyagforgalom* vagy *anyagcsere* alatt pedig a szervezetek sajátját tevő anyagok oxidáció útján való szétbontásának, kiküszöbölésének s újonnan felvett s áthasonított anyagokkal való kicserélődésének folyamatát értjük.

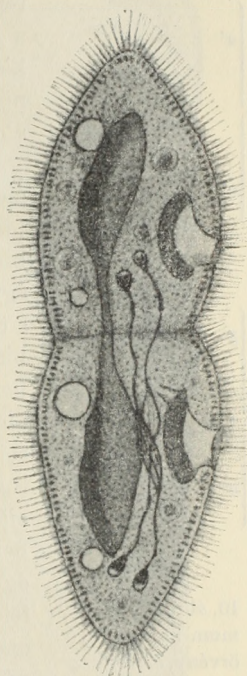
Növekedés. — Minden élet kicsi kezdetből indul ki s a szervezetek majd lassúbb, majd gyorsabb lépésekkel haladó növekedés útján érik el a fajukra jellemző nagyságot. A legtöbb szervezetnek, legalább hosszaságban (magasságban) való növekedése az ivarérettség elérésével megszűnik, mások még ezután is növekednek, sőt úgy látszik, hogy némelyeknek, pl. a fának növekedése az egész életen át tart. A növekedési folyamatnak az a lényege, hogy a szer-

vezetek a növekedés idejében több táplálóanyagot hasonítanak át mint amennyi az elhasznált anyagok pótlására szükséges s a fölösleget a meglevő anyagrészecskék közé iktatva, tömegük nagyobbodására fordítják. A növekedés, mint látható, szorosan kapcsolatos a táplálkozással s voltaképen nem is egyéb, mint oly fokozott táplálkozás, amelyben a feles mennyiségben felvett és áthasonított táplálékból készült anyagok nem tartalékanyagok módjára raktározódnak, hanem az élőanyag tömegét gyarapítják.

Szaporodás. — Az egyéni élet mulandóságával szemben a faj életének fennmaradását biztosítja az élőlények ama tulajdonsága, hogy magukhoz hasonlókat tudnak nemzeni, azaz szaporodnak. Némelyek egész életükben csak egyszer szaporodnak s erre elhalnak: ilyenek pl. a rovarok, kevés kivétellel, s az egyévi növények (*rezeda, kender, dinnye, gabonaneműek* stb.). Mások ellenben, többnyire egymást szabályosan felváltó időközökben, ismételten szaporodnak: ilyenek pl. a gerinces állatok, kevés kivétellel, s a legtöbb évelő növény (*rózsa, eper, ibolya, gyümölcsfák* stb.). Szaporodásukat tekintve abban is különböznek egymástól a különböző szervezetek, hogy némelyek egyszerre csak egyet szülnek (pl. *ember, ló, tehén*), vagy egy petét tojnak (pl. a *viharfecske, Procellaria pelagica*, a *Phylloxera* párosodott nőténye), mások ellenben többet, néha éppen szertelen sokaságút (sok *emlős*, a legtöbb *hal, madár, csúszómászó, rovar, féreg*, — *gabonaneműek, mák, dinnye, gyümölcsfáink* stb.).

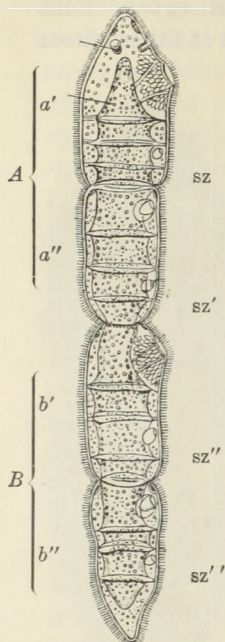
Bármennyire különbözzenek is egymástól részleteikben az élőlények szaporodásmódjai, mégis mindannyian két kategória alá foghatók. Az egyik kategóriába tartoznak az ú. n. *vartalan (generatio monogenea)*, azaz mindazok a *szaporodási módok*, amelyekben termékenyítés nem játszik közre. Ilyen szaporodási mód az *oszlás*, a *bimbódzás* vagy *sarjadzás* és a *spóráképződés*.

Oszlás alatt azt a folyamatot értjük, amelyben az állat vagy növény testét egyre mélyebbre vágó befűződés két, többnyire egyenlő nagyságú félre osztja. Megnyúlt testű szervezeteken ez a felező befűződés leggyakrabban a test hossztengetyét derékszögben szeli; ezen harántirányú oszlásnál ritkább a hosszirányú. Oszlással szaporodik pl. számos féreg, néhány tömlőállat s az egysejtű állatok és növényeknek egész serege (9., 10. és 1. ábra), nemkülönben oszlással szaporodnak a soksejtű szervezetek sejtjei. Az oszlás ifelek neka hiányzó testfelet természetesen ki kell egészíteniök s ez a kiegészítődés vagy akkor fejeződik be, mikor a két fél még nem vált el egymástól, vagy pedig csak a szétválás után. Megjegyzendő, hogy az oszlási felek nem minden esetben válnak el egymástól, hanem együtt maradván különböző módon elágazó telepe-



9. ábra. *Paramecium caudatum* nevű csillangós ázalékállatka haránt irányú oszlásban. Az oszló makronukleusz és a két oszló mikronukleusz még össze van egymással kötve; mindkét oszlási félén új száj és garat képződik. Nagyítva. Hertwig szerint.

ket (pl. *Vorticellinák*, *Craspedomonadinák*), vagy fonalas láncolatokat alkotnak (pl. *fonalas moszatok*). (V. ö. 2., 3., 4. ábra 2. és 3. lapon) Sok oly szervezet, mely oszlással szokott szaporodni, két vagy több részre darabolva ki tudja magát egészíteni; de a mesterséges feldarabolást követő kiegészítődésre sok oly szervezet is alkalmas, amely rendszeren nem szaporodik oszlással, mint pl. a *földi giliszta*, a *Planeriák*, *Hydra* stb. A mesterséges feldarabolást követő kiegészítődésre jó például szolgálhat számos oly felsőbbrendű növény, mely különben nem szokott oszlással szaporodni; ezen alapszik a növényeknek dugványozással való szaporítása.

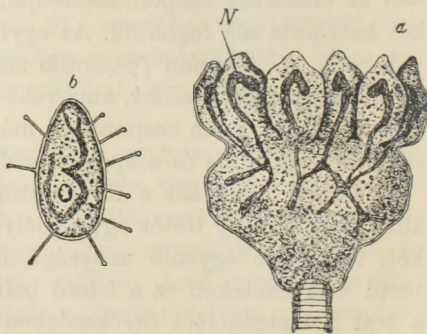


10. ábra. *Microstomum lineare* nevű örvényzöféreg oszlása. Az első két oszlási fél (A és B) még mielőtt elvált volna egymástól, ismét megoszlott (a' , a'' , b' , b''), sőt ez a második nemzedék is oszlásban van; a nemzedékek egymásra következőzésének sorrendjét világosan jelzik az újonnan képződő szájak (sz, sz', sz'', sz'''). Mint egy 100-szor nagyítva. Graff szerint.

Az oszlással közel rokon, sőt tőle sok esetben csak alig megkülönböztethető szaporodásmód a *bimbózá*s vagy *sarjadzás*. Ezen szaporodásnál az anyaszervezet testének felszínén bimbószerű kiduzzadás sarjadzik, mely lassanként az anyegyénhez hasonlóvá szerveződik s végre az anyatestről leválik s önálló életet kezd. Számos bimbózással szaporodó szervezet bimbói az anyaszervezettől nem válnak le s vele összefüggésben maradva, nagyon különböző módon elágazó telepeket alkotnak. A bimbózásnak számos példájára akadunk az egysejtű állatok és növények, nemkülönben az alsóbbrendű állatok (pl. *tömlőállatok*, *férgek*) között (11. és 12. ábra); az elágazó növények (bokrok, fák) voltaképpen szintén nem egyebek, mint bimbózással fejlődött telepek. Az ilyen telepek egyénei között megoszolhat az élettani munka, amelynek megfelelőleg ezen különböző munkák végzésére hivatott egyének már külső alakjukkal és belső szervezetökkel is többé-kevésbé, néha nagyon feltűnően különböznek egymástól; ilyen módon keletkeznek a *többalakú* (*polymorph*) telepek, amilyen pl. a *Podocoryne carnea* nevű Hydroszö, melyről egy későbbi fejezetben lesz szó, a *Siphonophorák* stb.

A szaporodásra való rügyekben, bimbókban gyakran hosszabb ideig szunnyad az élet, hogy bizonyos idő elteltével ismét tevékenységre ébredjen. Az ilyen rügyekben rendszeren tartaléktá-

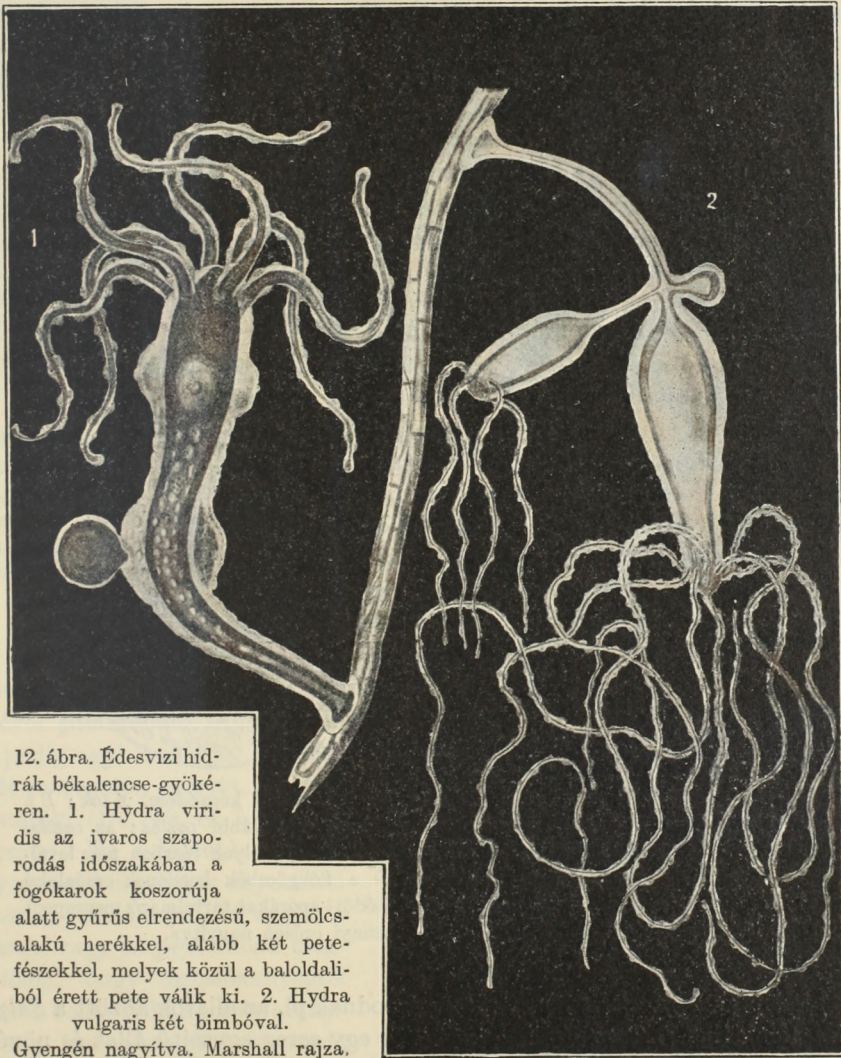
lálóanyagok vannak raktározva, amelyekből a pihenés után fejlődésnek induló szervezete az első táplálékát meríti. Ilyenek a növények, pl. a burgonya földalatti gumói s számos növény (pl. *Lilium bulbiferum*, *Dentaria bulbifera*) föld-



11. ábra. *Padophrya gemmipara* nevű szívó ázálékállatka bimbózással való szaporodása. a bimbó, N mag, b a levált bimbó.

feletti rügygumói, továbbá az édesvízi szivacsok betokozott rügyei (*gemmulái*) s az édesvízi mohaállatok lebegő rügyei (*statoblasztjai*).

A *spóráképződés*nél az anyaszervezetről egyes sejtek válnak le, melyeknek fejlesztésére gyakran külön szervek szolgálnak; ezek a petékhez hasonló sejtek,

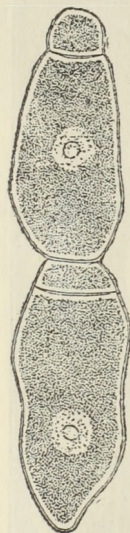


12. ábra. Édesvízi hid-
rák békalencse-gyöké-
ren. 1. Hydra viri-
dis az ivaros szapo-
rodás időszakában a
fogókarok koszorúja
alatt gyűrűs elrendezésű, szemölcs-
alakú herékkel, alább két pete-
fészekkel, melyek közül a baloldali-
ból érett pete válik ki. 2. Hydra
vulgaris két bimbóval.
Gyengén nagyítva. Marshall rajza.

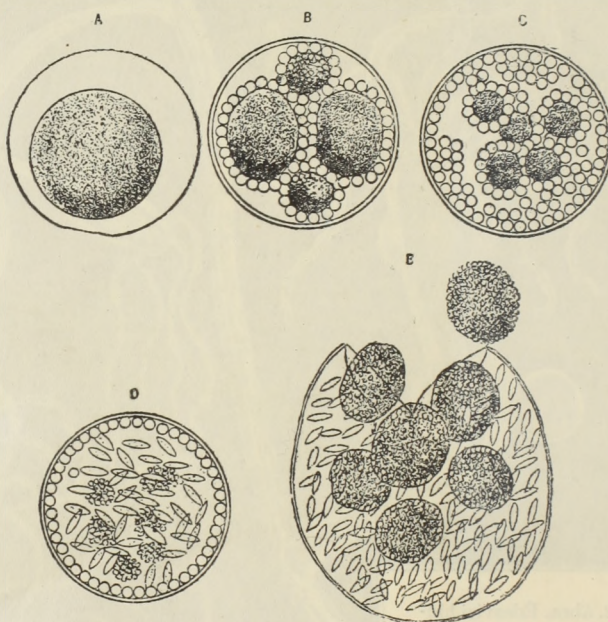
melyeket spóráknak nevezünk, majd buroktalanok, majd külön héjba vannak zárva s avval a képességükkel tűnnek ki, hogy vagy közvetlenül az anya-
testről történt leválásuk, vagy rövidebb-hosszabb pihenés után, anélkül hogy
megtermékenyítettnek, fejlődésnek indulnak. Megjegyezzük azonban, hogy
vannak oly spórák is, melyek csak termékenyítés után indulnak fejlődésnek;
ilyenek pl. a moszatoknak ú. n. zigospórái. Spórákkal szaporodnak pl. az összes

virágtalan növények s számos egysejtű növény és állat; ez utóbbiaknak egyik osztályát éppen spórákkal való szaporodásukról *spórás állatoknak* (*Sporozoa*) nevezzük. (13. 14., 15. és 16. ábra.)

Az ivartalan módon szaporodó élőlényeknek, még pedig valószínűleg valamennyinek nem ez az egyedüli szaporodásmódja, hanem az ivartalanul fejlődött nemzedékeket vagy közvetetlenül, vagy több ivartalan nemzedék során ivarosán szaporodó nemzedék váltja fel. Ezt a váltakozó szaporodást *nemzedékváltozásnak*, vagy *ivadékcserének* (*metagenesis, alternatio generationis*)



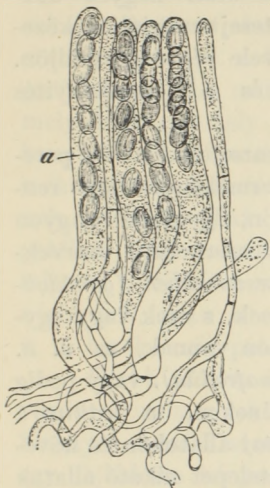
13. ábra.
Clepsidrina
Blattarum,
a keleti csótán (sváb-
bogár) be-
léről,
egybekele-
ben; erő-
sen nagyítva.



14. ábra. A *Monocystis agilis* spóráinak képződése. A tok; B a tok tartalma 4 részre oszolva; C további oszlás; az oszlási gömbökön fiókgömbök sarjadzanak, melyek részben már leváltak az anyagömbökről; D a fiókgömbök kezdenek orsóalakú spórákká fejlődni; E kifejlődött spórákat tartalmazó megrepedt tok. Valamennyi erősen nagyítva.

névvel jelöljük. Nemzedékváltozással szaporodnak pl. az állatok között a *Salpák*, számos tömlőállat (*Hydro- és Scyphozoa*) és egy sereg egysejtű állat és növény, a soksejtű növények közül pedig a spórás növények; de voltaképen a virágos növények is sajátágosan burkolt nemzedékváltozással szaporodnak. A nemzedékváltozással szaporodó élőlények ivartalan és ivaros nemzedékei egymástól többé-kevésbé, néha igen nagy mértékben különböznek s ez esetben az ivartalan módon szaporodó nemzedéket, mely többnyire egyszerűbb szervezetű, *dajka* (*scolex, trophos*) névvel jelöljük s ezért a nemzedékváltozást *dajkákkal* való szaporodásnak (*trophogenesis*) is szokás nevezni. (17. ábra.)

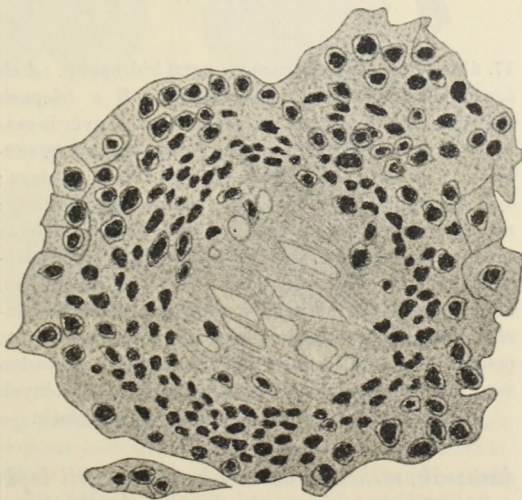
Az ivaros szaporodásnak (*generatio digenea*) az a lényege, hogy két sejt — a soksejtű szervezeteken a két ivarsejt — egyesüléséből oly új sejt jő létre, amelynek megvan az a képessége, hogy belőle a szülőkhöz hasonló élőlény fejlődik. Ez alatt a fontos élettani folyamat alatt, melyet *termékenyítésnek* nevezünk, a két sejtnek úgy a protoplazmája, mint a magja teljesen eggyé olvad.



15. ábra. A szömöröcsögomba (*Morchella esculenta*) himeniumának részlete. — *a* aszkusz nyolc spórával. 240-szer nagyítva. Strasburger szerint.

Igy szól a termékenyítésnek leggyakrabban olvasható rövid körülírása, s a termékenyítés sok esetben csakugyan ilyen módon foly le. Ámde pontos vizsgálatok alapján ma már tudjuk, hogy igen sok esetben, így a legtöbb állat termékenyítésében, az egyik, t. i. a *termékenyítő sejtnek* csak a magja egyesül a másik, t. i. a *fogamzó sejtnek* a magjával. Ebből az következik, hogy a termékenyítésnél csak a magnak van jelentősége, s hogy, mint már fentebb kiemeltük, a magban van az öröklés anyaga (a *Nägeli-féle idioplazma*, azaz egyéni plazma). Továbbá tudjuk azt is, hogy az állatok fogamzó sejtjének, azaz petéjének a centroszómája a termékenyítés előtt elvész s hogy a termékenyítő sejt viszi a petébe a centroszómát. Ebből pedig az következik, hogy a megtermékenyített sejtnek s a belőle fejlődő összes sejtnemzedéknek oszlási szerve a termékenyítő sejtéből származik.

A két egyesülő sejt legegyszerűbb esetben semmi észrevehető részletben sem különbözik egymástól; ilyenféle egyesülésre számos példa akad az egysejtű szervezetek között, melyeknek egyesülő párait a hitvesfelek görög nevével *gametáknak*, egyesüléstüket pedig egybekelésnek (*copulatio* és *conjugatio*, *syzygia*, *zygosis*) nevezzük. (18., 19. és 2. ábra a 2. lapon.) De a legtöbb esetben lényegesen különbözik egymástól a két egyesülő sejt. Az egyik, a *fogamzó* vagy *petesejt*, annak megfelelőleg, hogy tartalékanyagok vannak benne felhalmozva, aránylag nagy, mozgásra többnyire nem alkalmas, ellenben a másik, a *termékenyítő* vagy *ondósejt* (*spermium*, *spermatozoid*, — *antherozoid*) nagyon kicsi termetű s egy kigyózó farkszerű fonál, ú. n. ostor, ritkábban több mozgékony szálacska, csillagó csapkodásával



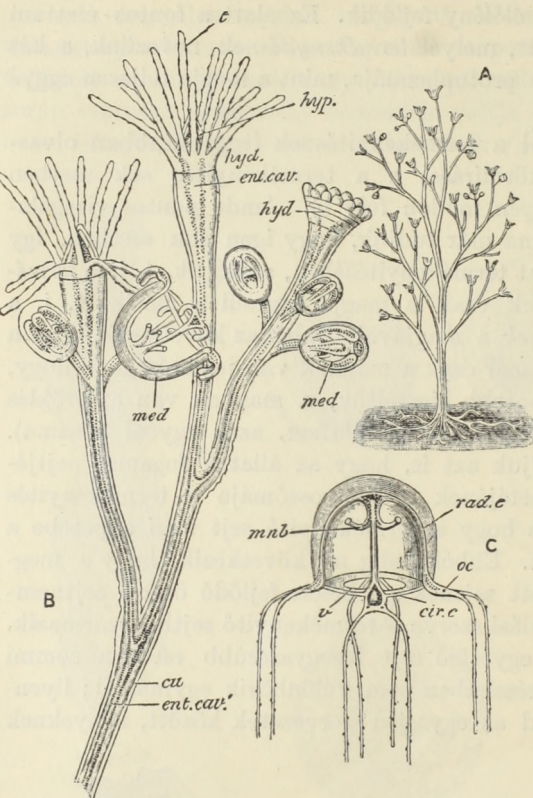
16. ábra. Egy améba (*Amoeba Proteus*) feloszlása (szétesése) számos mozgó spórára (apró amébára). Erősen nagyítva. Scheel szerint.

fürgően mozog s ez az, amely a mozdulatlan petesejtet felkeresi s ostorát vagy csillangóit többnyire levetve, magállományból álló ú. n. fejével beléhatol, hogy

a behatolás után nagyra duzzadva a petesejt magjához közeledjék s vele végre egyesüljön. (20. ábra és a termékenyítés táblája.)

Az ivarsejtek, t. i. a petesejt és a termékenyítő sejt rendszeren külön, gyakran nagyon bonyolódott szerkezetű szervekben, az *ivarszervekben* (*gonádokban*) fejlődnek, s ezek vagy egyazon egyénen vannak, az ú. n. *hím*nő (*hermafrodita*), vagy pedig külön egyéneken, a *váltivarú* (*gonochorista*) állatokon és növényeken; a telepet alkotó állatok és növények egyénei (pl. több *korall* és *szivacs*, — *komló*, *kender*, *fűzfa*) gyakran telepenként valamennyien hímek vagy nők (*kétlakiak*, *dioecia*), vagy pedig ugyanazon telepen vannak hím és nő egyének (*egylakiak*, *monoecia*, pl. néhány *hydrozoa*, — *kukorica*).

Az ivaros szaporodó szervezetek petéiben rendszeren csak akkor indul meg ama változásoknak egymást szabályszerűen követő sorozata, mely az új egyén kifejlődésére vezet, ha a termékenyítés megtörtént: a termékenyítés adja mintegy azt a lökést, mely a fejlődést megindítja. Ennek a szabálynak azonban kivételei is vannak. Ugyanis számos oly gerinctelen állatot (pl. *kerekesférgek*, *vízibolhák*, *kopoltyszlábú rákok*, *levelészek*, *gubacs-*

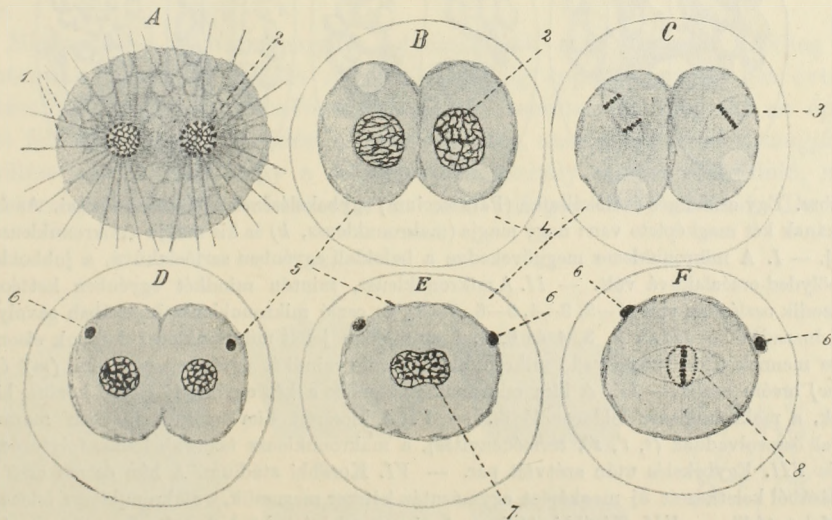


17. ábra. *Bougainvillea ramosa* nevű hidropolip. A elágazó [telep természetes nagyságban. B a telepnek nagyított darabja. C éretlen medúza; *cir. c.* gyűrűs csatorna; *rad. c.* délkörös csatorna; *mnb.* szájsző (manubrium); *oc.* szem; *v.* fátyol (velum); *med.* medúza; *hyd.* hidropolip; *hyp.* ajakkúp; *ent. cav.* gyomorüreg; *ent. cav.* a teleptesten végigvonuló csatorna, mely az egyes polipok gyomorüregével közlekedik; *cu.* a teleptestet bevonó kéreg (cuticula). Az elágazó telepen bimbózással részint polipok fejlődnek, részint medúzák. Ebben a nemzedékváltozásban a helyhez kötött polipok az ivartalan vagy dajkanemzedék, a szabadon uszó medúzák pedig az ivaros egyének; a nőtények petéiből polipokká átalakuló lárvák fejlődnek.

darazsak, *méhek* és *darazsak*, több *éjjeli lepke*, néhány *egyenes szárnyú*, *pók* stb.), továbbá néhány növényt (pl. *komló*, *Antennaria alpina*, *Caelebogyne ilicifolia*, *Alchemilla*, *Marsilia*-fajok, *Chara crinita*) ismerünk, amelyeknek petéi, illetőleg spórái (*Marsilia*, *Chara*) termékenyítés nélkül is fejlődésképesek. Az ilyen szűz.

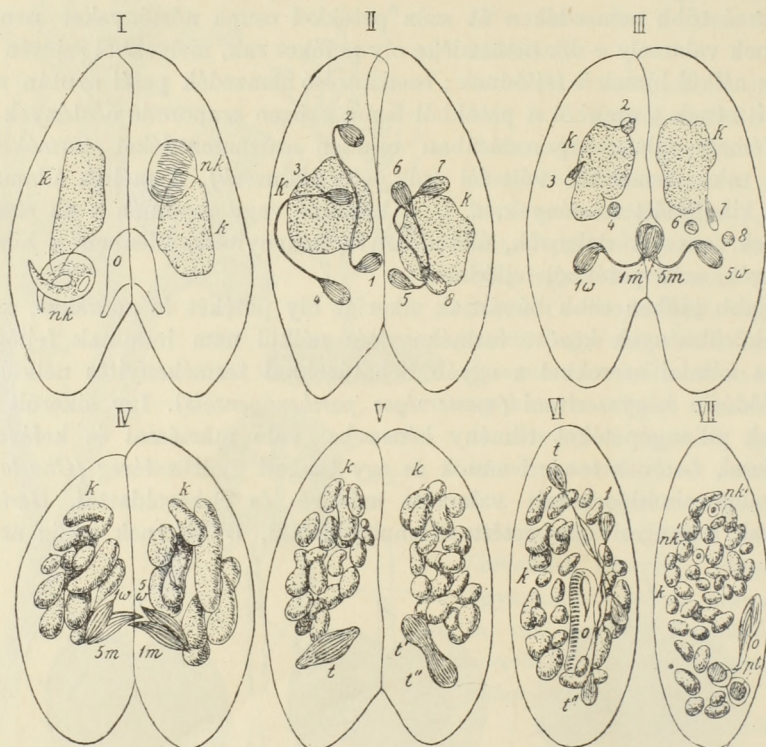
petékkal való szaporodást *szűznemzésnek* (*parthenogenesis*) nevezzük. A szűznemzés vagy kivételes, azaz a rendesen termékenyítésre szoruló peték csak abban az esetben indulnak fejlődésnek szűz állapoton is, ha megtermékenyítésük történetesen elmaradt (pl. *több éjjeli lepke*, — *komló*), vagy pedig egészen szabályszerű: pl. a *kerekes férgek*, *vízibolhák*, *koplotyuslábú rákok*, *levelészek* és *gyökértetvek* több nemzedéken át szűz petékkal csupa nőtényeket nemzenek, melyeknek valamely x -dik nemzedéke oly petéket rak, melyekből szintén termékenyítés nélkül hímek is fejlődnek; ezen utolsó nemzedék petéi azután megtermékenyíttetnek s ezekből a petékből ismét szűzen szaporodó nőtények fejlődnek. Némely állat szaporodásában minden szűznemzedéket termékenyített petéket rakó nemzedék vált fel (pl. *gubacsdarazsak*). A méhek állományában a teljesen kifejlődött nőtények, t. i. a királyné vagy anyaméh s az elsatnyult nőtények, azaz a dolgozók, állandóan termékenyített, ellenben a hímek, az ú. n. herék, szűz petékből fejlődnek.

Újabb időben több bűvárnak sikerült oly petéket és spórákat, amelyek rendes körülmények között termékenyítés nélkül nem indulnak fejlődésnek, bizonyos kémiai szerekekkel s egyéb behatásokkal termékenyítés nélkül mintegy fejlődésre kényszeríteni (*mesterséges parthenogenesis*). Így sikerült *Tichomirof*nak pillangópetéket tömény kénsavba való mártással és kefével való dörzsöléssel, *Loeb*nek tengeri sünök és egy tengeri gyűrűs féreg (*Chaetopterus*) petéit magnéziumkloriddal, valamint más só- és cukoroldattal, *Hertwig*nek ugyancsak a tengeri sün petéit strichninoldattal, *Winkler*nek pedig az ondó-



18. ábra. A napállatocska (*Actinophrys*) egybekelése. A az egybekelt pár protoplazmateste ideiglenesen összeolvadt. B az egybekelt pár ismét szétvált, miután közös burkot választott ki, mindkét egyén magja erősen megnagyobbodott. C mindkét egyén magja oszlásnak indult. D a megoszlott magok kifelé eső, tömörre vált felének felszínén keskeny kéreg különült el a környező plazmából; ú. n. iránytestecskék képződtek; a két egyén kezd eggyéolvadni. E a két egyén plazmája és magja eggyéolvadt, az iránytestecskék pedig kilökettek. F az eggyéolvadás teljesen befejeződött s az egyesült mag oszlásnak indult. Erősen nagyítva. Schaudinn szerint.

sejtek kivonatával, *Klebs*nek rendszeren termékenyítésre szoruló moszat- és gombaspórákat só- és cukoroldattal fejlődésre serkenteni. *Nathanson* kísérletei azt bizonyítják, hogy a hőmérsék emelkedése a *Marsilia vestita* spóráinak termékenyítés nélkül való fejlődőképességét tetemesen fokozza: 18° C. hőmérsék-



19. ábra. Egy csillangós ázalékállatka (*Paramecium*) egybekelésének különböző fázisai. Az ázalékállatkának két magképlete van: nagy magja (makronukleusz, *k*) és kis magja (mikronukleusz, *nk*), *o* száj. — I. A mikronukleusz megnövekedve a baloldali egyénben sarlóalakúvá, a jobboldaliban gömbölyded-orsóalakúvá vált. — II. A mikronukleusz, miután mindkét egyénben kettéoszlott, a második oszlásban van (1—2, 3—4, 5—6, 7—8), az oszló mikronukleusz hosszában sávolozott, végei duzzadtak. — III. A 2, 3, 4 és 6, 7, 8 számokkal jelölt mikronukleusz-darabok elsorvadva tönkre mennek, a két megmaradó mikronukleusz pedig mindkét egyénben egy hím (*m*) és egy női (*w*) orsóra oszlik. — IV. A hím mikronukleusz-orsók a két egybekelő egyén között kicserélődnek, a makronukleusz feldarabolódik. — V. A kicserélt hím-orsók a helyben maradt női orsóval összeolvadnak (*t*, *t'*, *t''*, termékenyítés), a makronukleusz feldarabolódása folytatódik. — VI. és VII. Egybekelés után szétvált pár. — VI. Korábbi stádium. A hím és női orsó összeolvadásából keletkezett új magképlet egymásután kétszer megoszlik, a makronukleusz feldarabolódása folytatódik. — VII. Későbbi stádium. A négy magképlet közül kettő mikronukleusszá (*nk'*), kettő pedig később makronukleusszá szerveződő úgynevezett placéntává (*pl*) válik. A régi makronukleusz szétesése folytatódik. Az ily módon megtermékenyült *Paramecium*okban szétválásuk után két mikronukleusz s két makronukleusszá növekedő magképlet (placenta) van s az egy mikro- és egy makronukleusszal bíró *Paramecium*ok úgy jönnek létre, hogy a *Paramecium* haránt irányban kettéoszlik s az oszlási felek mindegyikére egy makro- és egy mikronukleusz esik. E közben a feldarabolódott régi makronukleusz darabjai beleolvadnak a test plazmájába.

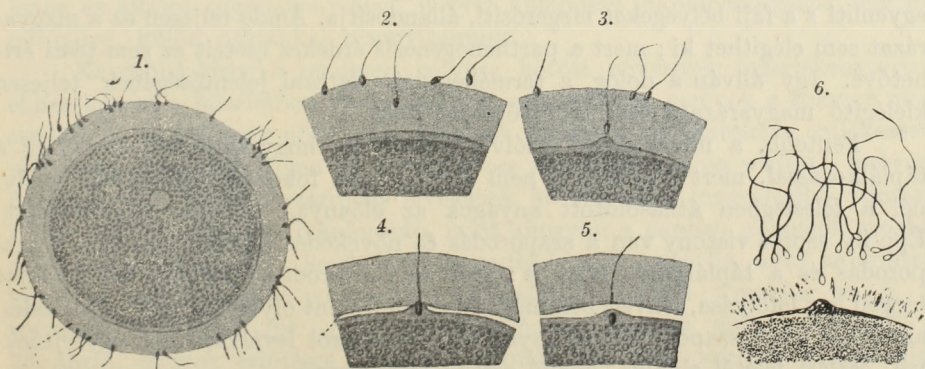
Erősen nagyítva. R. Hertwig szerint.

ben a termékenyítetlen spóráknak csak 1·3%-a, ellenben 35° C. hőmérsékben 73%-a indult fejlődésnek.

A termékenyítés lényegét, mint már fentebb kiemeltük, két sejt, illetőleg két sejt magjának eggyéolvadása adja meg, mely folyamat érdekes részleteibe mai nap már mély bepillantásunk van. Ámde az eggyéolvadás folyamatának mikroszkóppal közvetlenül észlelhető részletei még korántsem adnak feleletet arra a fontos kérdésre, hogy voltaképpen mi a termékenyítés élettani jelentősége?

Miután pontos vizsgálatok során bizonyossá vált, hogy a termékenyítő sejt behatol a petesejtbe, jogosan lehetett föltenni, hogy az egymagában tehetetlen petének valamely ingerre van szüksége, mely őt fejlődésre serkentse s hogy ezt az ingert a termékenyítő sejt viszi a petébe; mert hiszen a petében a legtöbbször csak a termékenyítés megtörténtével, csak a fogamzás után indulhat meg a változásoknak ama törvényszerű sorozata, mely az új szervezet kifejlődésére vezet. Minthogy továbbá a mindennapi megfigyelés arra tanít, hogy a megtermékenyített petéből fejlődő új szervezet nemcsak annak a szervezetnek a tulajdonságait örökli, melyről a pete, hanem annak is, amelyről a termékenyítő sejt származik, azaz úgy az anyának, mint az atyának a tulajdonságait: nem szenvedhet kétséget, hogy az öröklés ahhoz az élőanyaghoz van kötve, mely a két egyesülő ivarsejtnek állományában van. Mai nap már ismerjük is az ivarsejtek egyesülő magjában azokat a határozott számú, többnyire ívelt pálcikaalakú testecskéket (*kromoszómákat*), melyek az öröklés anyagát magukban rejtik.

Míg azonban a termékenyítés folyamatának mai ismerete némileg bepillantásunk enged az öröklés rejtélyeibe, addig éppen az utolsó két évtized kutatásainak meglepő eredményei alapján rendítették meg azt az éppen jelzett felfogást, hogy a fejlődést a termékenyítés, azaz a két ivarsejt magjának egyesülése indítja meg. Úgy a természetben szabály szerint előforduló, mint a mesterséges szűznemzés határozottan ezen felfogás ellen szólnak. De még



20. ábra. A tengeri csillag (*Asterias glacialis*) petéjének termékenyítése. Erősen nagyítva. Fol és Wilson szerint. 1. Ondósejtektől körülvelt pete. 2—6. Az ondósejtnek a kocsonyás peteburkon való behatolása a petébe, melynek csak egy része van ábrázolva. 3. 4. 6. A pete protoplazmája a behatolt ondósejt elfogadására kidudorodik. 5. Az ondósejt feje behatol a petébe.

inkább ellene szól a következő érdekes kísérlet, melyet először *Boveri*, utána pedig többen ismételték s meglepő eredményét meg is erősítették. Ezen kísérlet abból állott, hogy tengerisün-petéket kémlecsőben való rázással szétدارoltak s a roncsolt petéket ondóval keverték. Az ondósejtek a magnélküli petedarakokba is behatoltak s ezek a petedarakok, amelyek csupán csak a termékenyítő sejt magját tartalmazták, mint valamely megtermékenyített pete, oszlásnak indultak s lárvákká fejlődtek. Arra nézve, hogy e kísérlet eredményének megfigyelésébe tévedés nem csúszhatott, tudnunk kell, hogy a tengeri sünöknek igen apró, átlátszó petéi a víz közvetítésével termékenyíttetnek: azaz, hogy a nőtények petéiket, a hímek pedig ondójukat, úgy mint pl. a halak, a vízbe bocsátják s a töménytelen mennyiségben hemzsegő ondósejtek a vízben keresik fel a petéket; mindez pedig lehetővé teszi a termékenyítés egész lefolyásának erős nagyítás alatt való közvetlen megfigyelését; a lárváknak a termékenyítő sejt magját tartalmazó petedarakokból való kifejlődése alkalmas berendezésű kis akváriumokban aztán lépésről lépésre pontosan követhető. E kísérlet azt bizonyítja, hogy arra, hogy a pete fejlődésnek induljon, az épen leírt esetben (s talán más esetekben is), melyet *hímparthenogenezis*nek neveznek, még a petének a magja sem okvetetlenül szükséges, mert a fejlődést a termékenyítő sejt magja egymagában is megindíthatja.

Ismereteink ezen állásán valóban nagyon nehéz arra teljesen kielégítő feleletet adni, hogy tulajdonképpen miben van a termékenyítésnek élettani jelentősége? És nem lephet meg, hogy e sarkalatos kérdéssel szemben ez idő szerint a legilletékesebb bűvárok felfogása nagyon különböző, részben egymásnak ellentmondó.

A sok magyarázat közül, melyeknek tárgyalásába nem bocsátkozhatunk, még leginkább kielégíthet a következő: A sejtek, miként az ázalékállatokon tett vizsgálatok bizonyítják, a sokszorosan ismétlődő oszlások során kimerülnek; ennek a kimerülésnek veszi elejét a termékenyítés, mely az élőanyagot reorganizálja, mintegy megifjítja, újabb oszlásokra ismét alkalmassá teszi s egyben a két sejt öröklési anyagának egyesülése az egyéni eltéréseket kiegyenlíti s a faji bélyegeket megerősíti, állandósítja. Ámde teljesen ez a magyarázat sem elégíthet ki; mert a parthenogenezis érdekes eseteit ez sem teszi értethetővé. Így állván a dolog, a termékenyítés élettani jelentőségének teljesen kielégítő magyarázata csak a jövőtől várható.

Fentebb, a növekedésről szólva, kiemeltük, hogy szorosan összefügg a táplálkozással, mert voltaképpen nem egyéb, mint fokozott táplálkozás, melynél a feleslegben áthasonított anyagok az élőanyag tömegét nagyobbítják. Épp ily szoros viszony van a szaporodás és növekedés s ennek kapcsán a szaporodás és a táplálkozás közt is; mert a szaporodás, bármily bonyolódott legyen is a lefolyása, lényegében mégsem egyéb, mint olyan fokozott növekedés, amelyben a megszorodott élőanyag az anyatestről leválva, vagy, egysejtűeknél, oszlási felétől elválva, önálló egyéni életet kezd.

Ingerlékenység (irritabilitas). E kifejezéssel az élőlényeknek ama tulajdonságát jelöljük, amely arra képesíti őket, hogy külső behatások ingerére rendes életműködéseiknek bizonyos specifikus változásával reagálnak. Az inger

keltette hatás csak kisebb mértékben függ az inger minőségétől, ellenben minden esetben az ingerelt testrész speciális tulajdonságaitól: az izom pl. ingerelve összehúzódik, a mirigy elválaszt, agyunk pedig az érzés és az öntudat jelenségeivel reagál.

Az ingerek nagyon különbözők lehetnek: így mechanikai behatások (nyomás, szűrés stb.), kémiai (különböző anyagok oldatai, légnemű és illatos anyagok), hőmérséki és elektromos ingerek. A kívülről ható ingereken kívül magukban a szervezetekben is fejlődnek oly *belső ingerek*, melyeknek hatása a szerveket bizonyos működésekre serkenti.

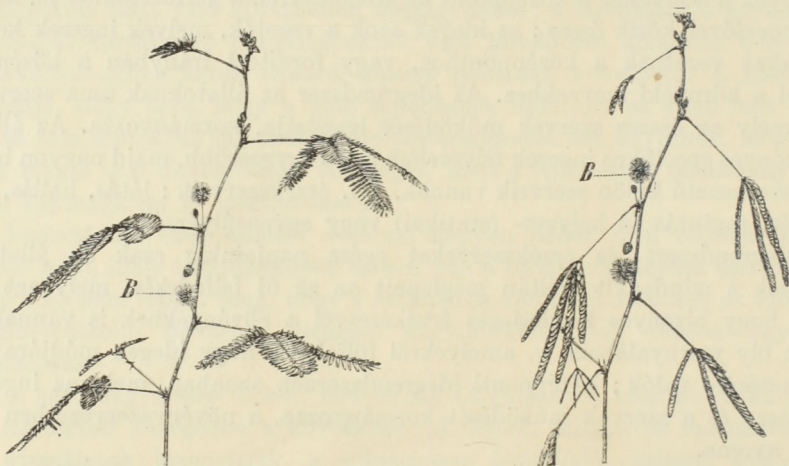
Legfeltűnőbben nyilvánul az ingerlékenység az állatokon, amelyeknek az ingerek keltette izgalmak vezetésére külön szervrendszerük, idegrendszerük van, mely környéki és középponti részre van különülve. Az előbbi az idegekből áll, melyek a szerveket a középponti idegrendszerrel, a gerinceseknél pl. az agy- és gerincvelővel, kötik össze; az idegek azok a vezetők, melyek ingerek keltette izgalmakat vezetnek a középponthez, vagy fordított irányban a középponti szervtől a környéki szervekhez. Az idegrendszer az állatoknak ama szervrendszere, mely az összes szervek működését igazgatja, kormányozza. Az állatoknak bizonyos specifikus ingerek felvételére majd egyszerűbb, majd nagyon bonyolódott szerkezetű külön szerveik vannak, t. i. érzékszerveik: látás, hallás, szaglás, ízlés, tapintás és helyzet- (statikai) vagy egyensúlyérzék.

Idegrendszert és érzékszerveket egész napjainkig csak az állatokból ismertünk s mindenkit méltán meglepett az az új felfedezés, mely azt bizonyítja, hogy bizonyos kezdetleges érzékszervei a növényeknek is vannak, sőt vannak oly rostnyalábaik is, amelyekről föltehető, hogy idegek módjára ingerek vezetésére valók; középponti idegrendszernek azonban, mely az ingereket feldolgozza és a szervek működését kormányozza, a növénysszervezetben nincs semmi nyoma.

Az állatoknak ingerlékenységét, mely csak fokozataiban különbözik a magunk ingerlékenységétől, a különböző behatások alatt észlelhető magukvisellete alapján, a közéletből mindenki eléggé ismeri s ezért egészen fölösleges lenne az állatok ingerlékenységét, melyet különösen szabad mozgásuk tesz oly feltűnővé, külön példákkal bizonyítanunk.

Kevésbé kirívó a rendesen helyhez kötött növények ingerlékenysége s ehhez képest a közéletben valóságos kuriózum számba mennek a sokszor megcsodált ú. n. érzékeny növények, amelyek érintésre az állatokéra emlékeztető mozgással reagálnak. Ilyen pl. a *szemérmes mimóza* (*Mimosa pudica*), melynek négyfelé oszló, kétszer szárnyalt leveleinek levelecskéi a leggyengébb érintésre rögtön összezsapódnak olyanformán, mint ahogyan a nappali pillangók szokták szárnyaikat összezsapni, leveleik nyele pedig lehajlik, mintha, mint az érintett bogár, le akarná magát pottyantani (21. ábra). Ilyenek továbbá az ú. n. rovarerevő növények (pl. *Drosera rotundifolia*, *Dionaea muscipula*) (22. és 23. ábra), melyek érintésre levelök lapjának két felét szintén összezsapják s az érintő tárgyat, pl. a levélre szálló rovar, mintegy megmarkolják. Sokkal gyakoribbak az ilyenféle feltűnő mozgási jelenségek az alsóbbrendű növények körében. Ezen mozgások közül különösen a helyváltoztatás annyira

meglepő s annyira állati jellegű, hogy valóban nem csodálkozhatunk azon, hogy az ily szabadon mozgó növényeket hosszasan állatoknak tartották s hogy egy jeles botanikus, *Unger*, aki ezelőtt mintegy 70 évvel először tanulmányozta pontosan a *Vaucheria* nevű moszatnak rajzospórákkal való szaporodását, értekezésének ezt a címet adta: »A növény az állattáválás pillanatában.« Ilyen egészen állatias mozgással tűnik ki számos más alsóbbrendű növény ú. n. rajzospórája; sőt az *Euglenák* és *Volvocineák* egész életükön át a halak módjára szabadon úszkálnak vagy pedig tengelyök körül perdülve hömpölyögnek a vízben; a *Diatomeák* közül meg számosan, némileg úgy mint a csiga, csúszva sikamlanak az alzaton. Arról, hogy mindezen zöld rajzospóráknak s egysejtű növényeknek vagy rajzospórákhoz hasonló egysejtű növények csinos telepeinek (pl. *Volvox*, *Pandorina*, *Eudorina*, *Gonium*

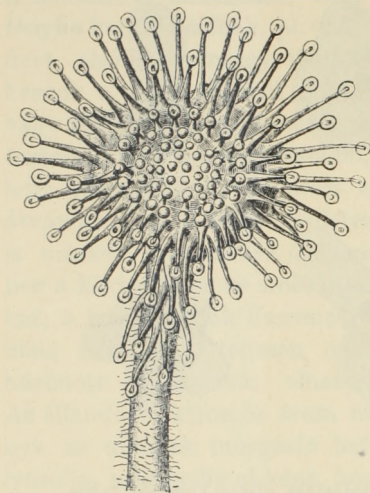


21. ábra. *Mimosa pudica*. Baloldalon nem izgatott ág rendes nappali állásban, jobboldalon ugyanaz érintéssel izgatva, minek következtében a levélcimpák összecsapódtak s a levéllevelek lefelé hajlottak, B virágfejecske. Strasburgerszerint.

stb.) mozgását valamely inger, és pedig a fény ingere indítja meg és irányítja, nagyon könnyen meggyőződhetünk. Ugyanis, ha ilyen zöld rajzókat, *Euglenákat*, *Volvocineákat* stb., melyek, ha, mint rendesen, tömegesen élnek együtt, egészen zöldre festik a vizet, egy edénybe teszünk, azt tapasztaljuk, hogy mindig az edénynek legjobban megvilágított részében gyűlnek össze, s ha az edényt elfordítjuk, úgy hogy az előbb megvilágított rész árnyékba kerül, annak a meglepő jelenségnek lehetünk szemtanúi, hogy az apró zöld szervezetek nyakrafőre igyekeznek az edénynek tulsó, előbb árnyékos, most már megvilágított oldalára. A zöld rajzospórák s egysejtű növények egy részének a fényinger percipiálására, piros »szemfolt« alakjában, még külön szervecskéjük is van.

De az ingerlékenységnek, ha nem is éppen ilyen frappáns jelenségei minden növényen észlelhetők. Sok ilyenféle jelenséget már annyira megszoktunk, hogy számba sem vesszük s nem is gondolunk arra, hogy a jelenségnek ingerlékenység az oka. Ime néhány példa. A szobában ápolt növények növekedésök-

ben az ablak felé hajlanak ; a kicsirázott burgonya nyurga hajtása kinő a pinceablakból ; sok növény virága nemcsak hogy a nap felé fordul, hanem, úgy mint a *Helianthus*, melyet találóan nevezünk *napraforgónak*, a Nap állását kíséri

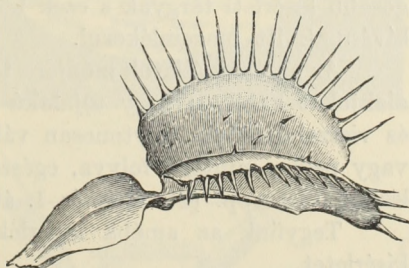


22. ábra. A harmatfű (*Drosera rotundifolia*) levele. A nyeles mirigyek a rajtok levő váladékcseppel rovarok fogására és megemésztésére valók. Kissé nagyítva. Darwin szerint.

pályáján. Sok növény virága, pl. a rózsaszínű, háromszínű és vetési hajnalkáé (*Ipomaea rosea*, *Convolvulus tricolor*, *C. arvensis*), a katángé (*Cichorium Intybus*), a vadrózsáké, a lené stb. korán reggel, vagy éppen már hajnalban, másoké, mint a tulipáné, valamivel később, 9—10 óra körül, ismét másoké, pl. az egyenes-szárú pimpóé (*Potentilla recta*), a *Portulacca*- és *Mesembryanthemum*-é dél táján nyílik ki ; ezekkel szemben sok virág csak délután nyílik ki : így pl. a közönséges lonc (*Lonicera caprifolium*), a *Mirabilis Jalappa* stb. csak a délután második felében, vagy, mint pl. a maszlag (*Datura*), a dohány, a *Petunia*, a gyászoló estike (*Hesperis tristis*), a csészekürt (*Oenothera*) napnyugtakor, végre az éjjelnyíló sziléné (*Silene noctiflora*) s az éj királynéja néven ismeretes kaktusz (*Cereus nycticaulus*) éjjel 9—10 óra táján.

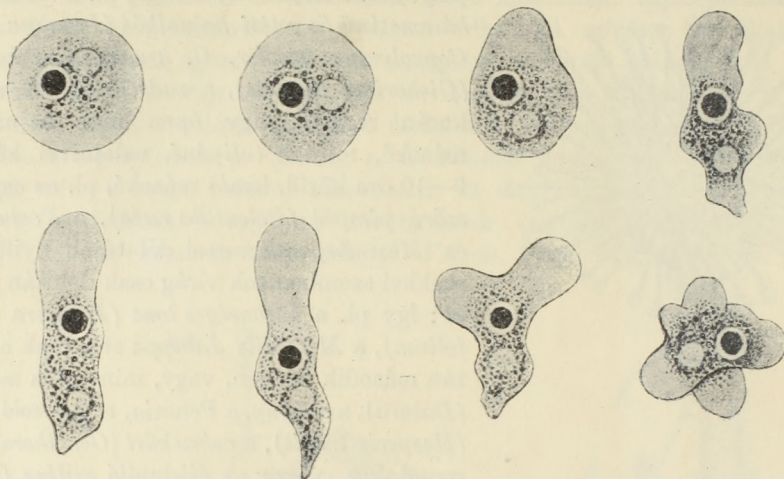
Mindezek a jelenségek az ingerlékenységre vezethetők vissza ; az ingert pedig ez esetekben a fény különböző fokozata, illetőleg

a fény hiánya képezi. A növényeknek az ingerek hatására bekövetkező, majd élénkebb, majd lassúbb, sok esetben csak bizonyos határozott irányú növekedésből álló mozgásait, nemkülönben az állatoknak, különösen a gerincteleneknek az ingerektől kiváltott önkénytelen mozgásait általában *tropizmus*, azt a helyzetet, azt az irányt pedig, amelyet a szervezetek az ingerek hatása alatt gépies kényszerűséggel foglalnak el, *taxis* névvel szoktuk jelölni. A például felhozott esetekben az ingert a fény képezi ; ezt a fényingertől kiváltott tropizmust és taxist pedig — a fényt a nap görög nevével (*helios*) jelölve — *heliotropizmusnak* és *heliotaxisnak* vagy *phototropizmusnak* és *phototaxisnak* nevezzük, mely a például felemlített esetek valamennyiében pozitív, ami alatt az értendő, hogy a fény irányában indul meg a mozgás, a növekedés, illetőleg a fény irányítja a térben való elhelyeződést ; evvel szemben negatívnak azt a heliotropizmust és heliotaxist nevezzük, amelynél a fény mintegy taszítólag hat :



23. ábra. A Vénusz-légyfogó (*Dionaea muscipula*) levele. A levél felső lapján érzékeny serték vannak, melyeknek érintésére a levél lapjának két fele összecsapódik. A levél lapjának felszíne sűrűn meg van rakva emésztőmirigyekkel. Kissé nagyítva. Darwin szerint.

pl. a növények földalatti részei s a sötétben élő szervezetek negatív heliotropikusak és heliotaktikusak. Éppen így beszélünk *termotropizmusról* és *termotaxisról*, ha az inger a hő, *kemotropizmusról* és *kemotaxisról*, ha az inger kémiai



24. ábra. A mozgó améba különböző formái helyváltoztatása alatt. Verworn rajza szerint.

összetételével ható anyag, *geotropizmusról* és *geotaxisról*, ha a nehézségi erő képezi az ingert, *galvanotropizmusról* stb., amelyek szintén pozitívak és negatívak lehetnek.

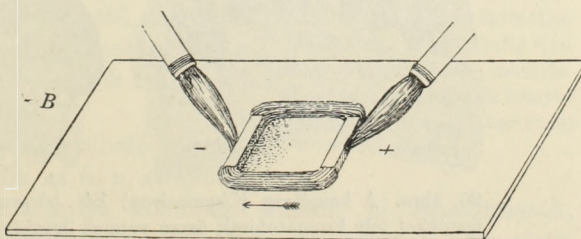
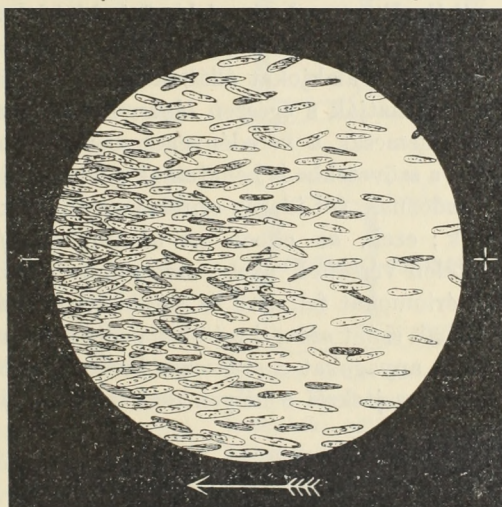
Már az eddig előadottakban is szóba került az egysejtű élőlények ingerlékenysége s ez ingerlékenység tanulmányozására csakugyan ezek a legtanulságosabb kísérleti tárgyak s ezek közül még csak az amébák ingerlékenységéről kívánunk itt megemlékezni.

Az amébák állatok módjára táplálkozó véglények, tehát protozoák, melyek alakjokat karélyos vagy ujjalakú nyúlványok, ú. n. állábak kiduzzasztásával és visszahúzásával folytonosan változtatják s az alzaton állábaik segítségével vagy pedig, mintegy folyva, egészen oly módon sikamlanak, mint az ablakon lesikló vízcsepp. (24. ábra és 1. ábra a 2. lapon.)

Tegyük az améba ingerlékenységének kimutatására néhány egyszerű kísérletet.

Ha az amébát finom tűvel megérintjük, állábait, mint a csiga a szarvát, visszahúzza, durvább érintésre, vagy tartósabb nyomásra gömbbé húzódik; ugyanezt teszi akkor is, ha az alzat megütésével vagy meglökésével testét meg-rázkódtatjuk; ritmusosan ismétlődő rázkódtatásra, pl. hangvilla megszólaltatására, szaporán egymást követő, apró összehúzódnásokkal s végül tartós görcsös összehúzódnással (tetanus) reagál. Ha egy csepp vízhez, melyben amébák vannak, óvatosan gyenge sóoldatot, vagy nagyon hígított ecetsavat szivárog-tatunk, az amébák a beszivárgó oldat elöl menekülni iparkodnak; később meg-szűnnek mozogni és összegömbölyödnek. Ha algafonalak vannak a cseppben, az amébák lassanként valamennyien az oxigént fejlesztő algához gyűlnek.

A hőmérséklet változásaira is élénken reagálnak az amébák. Mozgásuk a hőmérséklet emelkedésével mintegy 25°C -ig élénkül, 35°C -nál megszűnik, 40°C -on beáll a hődermetség; 0°C körül pedig a hidegdermetség; további hőmérsékleti emelkedés, vagy csökkenés megöli az amébát. Hirtelen nagy fénybe került amébák, pl. mikor a mikroszkóp tárgyasztalán alulról átvilágítjuk őket, elsöbén mintegy ijedten összehúzódnak, azután pedig ugyancsak igyekeznek a nagy fényből menekülni. Vegyünk egy fele részben sötétre mázolt, vagy fekete papirossal beragasztott tárgylemezt s tegyük közepére az amébákat tartalmazó cseppet oly módon, hogy egyik fele a világos, a másik a sötét területre essék; rövid idő alatt a világos területre jutott amébák valamennyien átvándorolnak a sötét területre, mert kerülik a fényt. A piros és kék fényben is másképp viselkednek az amébák: a piros fényben élénken mozognak, ellenben a kékben meg se moccannak. Röntgen-sugarak hatására behúzzák állábait, s ha a sugarak huzamosabb ideig érik őket, teljesen összehúzódtott állapotban elhalnak. Az állandó elektromos áram iránya az amébák mozgását befolyásolja, még pedig akként, hogy az amébák a pozitív sarktól a negatív sark felé másznak; legfeltűnőbben nyilvánul az áram irányító hatása akkor, ha az áram irányát hirtelen megváltoztatjuk: az áram irányának megváltoztatásával az amébák is azonnal az előbbivel ellenkező irányban, tehát ismét a pozitív sarktól a negatív felé kezdenek mozogni. Az amébákhoz teljesen hasonlóan viselkednek a csillangós ázalékállatkák is (25. ábra), ellenben az ostoros ázalékállatkák épp ellenkező módon, azaz a negatív sarktól a pozitív sark felé úsznak. Valóban lebilincselő jelenet játszódik le szemünk előtt — mondja Verworn — ha mikroszkópunk alatt csillangós és ostoros ázalékállatkáktól hemzsegő cseppen állandó áramot vezetünk keresztül. Az áram zárásakor az ázalékállatkáknak minden rend nélkül, kúszáltan össze-vissza gomolygó tömege legott két csapatra oszlik. A csillangósak a negatív, az ostorosak a pozitív sark közelében gyűlnek össze.

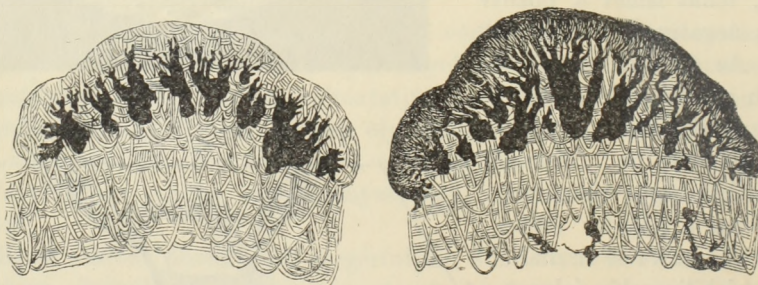


25. ábra. A csillangós ázalékállatkák (Paramecium) galvanotaxisa. A nyíl a Parameciumok úszási irányát jelzi. A mikroszkópi, B makroszkópi kép. Verworn szerint.

Ha már most az áram irányát ellenkezőre fordítjuk, az ázalékállatkák két csoportja mint két ellenséges hadtest ront egymásnak, és mindegyik sietve rohan az ellenkező sark felé. Az amébákra ható külső ingerekről szólva, nem hagyhatjuk említés nélkül, hogy a bódító és érzéstelenítő szerek, mint a kloroform, éter, klorálhidrát, paraldehyd stb. éppen úgy hat rájuk, mint a felsőbbrendű állatokra.

A sejtek nagy sokaságából összetett élőlények szövetekké egyesült sejtjeinek ingerlékenységéről, érthető okokból, természetesen nem oly könnyű meggyőződni, mint az egysejtűekéről: hiszen a szöveti sejtekkel nem experimentálhatunk oly kényelmesen mikroszkópunk alatt, mint az egyenként élő sejtekkel, sőt a kísérletezés sok esetben egyenesen lehetetlen. Ennek dacára azonban mégis van erre is elég közvetlen bizonyítékunk.

Ki kell itt emelnünk, hogy a szövetekből összetett élőlényeknek is vannak szabadon lebegő sejtjeik, melyek kísérletezésre éppoly alkalmasak, mint az amébák. Ilyen szabadon lebegő és kísérletezésre kiválóan alkalmas sejtek a vér színtelen vagy fehér sejtjei. Ezek a sejtek egészen olyanok, mint az amébák, amennyiben alakjokat állabak kiduzzasztásával és visszavonásával folytonosan változtathatják s egészen olyan módon mászkálnak is, mint az amébák, még pedig nemcsak a véredényeken belül, hanem átfúrva a finom hajszáledények falát, a szövetekbe is behatolnak s mint ú. n. *vándorsejtek*, az egész testben szerte kalandoznak, sőt idegen sejteket az amébák módjára elnyelnek és meg is emészteneik; ezek, az ebben az alakjukban *falósejteknek* (*phagociták*) is nevezett színtelen vérsejtek azok, amelyek a szervezetbe hatolt idegen testeket, pl. a baktériumokat felfalják és ártalmatlanokká teszik, a tönkrement, vagy elpusztulásnak szánt szöveti sejteket pedig szintén ezek falják fel, hogy a még hasznavehető anyagokat a szervezet javára ismét forgalomba hozzák. Minket a színtelen vérsejtekről e helyen csak az érdekel, hogy összes működéseiket ingerek



26. ábra. A kaméleon (*Chamaeleon*) két bőrszemölcase, a baloldalin a fekete festékkel telt kromatoforák össze vannak húzódva, a jobboldalin pedig finom elágazó nyulványokat nyújtottak a bőr felszínes rétegébe. Erősen nagyítva.

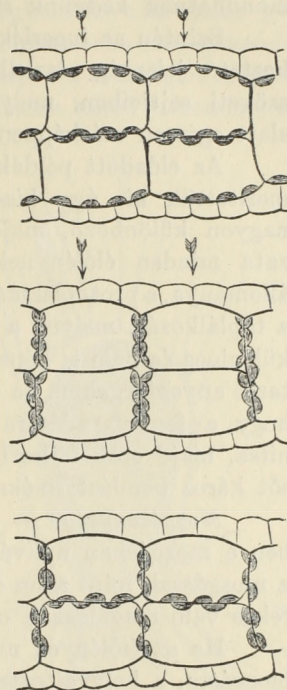
Brücke szerint.

keltette tropizmusok vezérlik. Ugyanis, ha a színtelen vérsejtekkel mikroszkópunk alatt éppen úgy experimentálunk, mint az amébákkal, közvetlenül s egész határozottsággal meggyőződhetünk arról, hogy a különböző külső behatások ingerére éppoly gépies pontossággal reagálnak, mint az amébák.

Ugyanez áll a szintén szabadon mozgékony termékenyítő sejtekről. Így pl. az emlősök ondósejtjeinek mozgását a hőmérséknek bizonyos fokig való emelkedése élénkíti, süllyedése lassítja; ugyancsak élénkítik az ondósejtek mozgását nagyon hígított lúgos oldatok, ellenben híg savas oldatok gyorsan megszüntetik. Úgy látszik, hogy a termékenyítő sejteket is valamely specifikus kémiai összetételű anyag ingere vezérli a petesejtekhez, s ezt az anyagot a peték választják el. A harasztokról ki is van már mutatva, hogy ez az anyag almasav, mely a termékenyítő sejtek (az ú. n. antherozoidok) mozgását ellenállhatatlan kényszerítő erővel irányítja. Ha oly vízbe, melyben haraszt-antherozoidok nagy sokasága hemzseg, híg almasavval telt finom üvegsövet teszünk, a szanaszét úszkáló antherozoidok rövid idő alatt betolakodnak a csőbe, melyel, mint éhes állatokat csalétekkel kíváncsiságra tett csapdával, össze lehet őket fogdosni. Pfeffer, aki ezeket a kísérleteket tette, úgy találta, hogy az almasavnak már 0.001%-a (egy grammnak 35 milliommodrésze) elégséges inger az antherozoidok határozott irányú tropizmusának kiváltására.

A szövetekké egyesült sejtek közül az ingerlékenység nagyon világosan észlelhető a csillangós hámsejteken. Csillangók vagy csillangószőrök alatt értjük az ilyen hámsejteknek parányi szőrökhöz hasonló állandó, azaz a sejtbe vissza nem vonható protoplazma-függelékeit, amelyek az élő sejtben hol gyorsabb, hol lassúbb ritmusban gépiesen csapkodnak, kigyóznak vagy tölcserben örvényeznek. Ilyen csillangós hámsejtek fedik pl. számos vízi állat testének a külső szabad felületét s kistermetű állatokon mikroszkóp alatt könnyen megfigyelhető, hogy a csillangók mozgását a különböző ingerek különböző módon befolyásolják, módosítják.

A szöveti sejteken nagyban észlelhető ingerlékenységre kitűnő példát találunk az ú. n. *színjátszó sejtekben* (kromatoforák). Ezek a sejtek különböző állatok, pl. csúszómászók, kételtűek, halak, lábasfejű lágytestűek, egyes rákok stb. bőrének hám alatti kötőszöveti (irha-) rétegében fészkelnek, legtöbbször fekete, ritkábban más színű festőanyaggal színezettek s alakjukat különböző ingerek hatása alatt gyorsan változtatják: majd idomtalan tömegecskévé zsugorodnak, majd csillag-alakot váltanak, majd ismét hosszú, gyökérszerűleg sokszorosan elágazó nyúlványoknak hálózattá válnak szét (26. ábra), aminek azután az az élő állaton közvetlenül szabad szemmel látható következménye, hogy a bőr színe a



27. ábra. A klorofilltestecskéknek (az ábrákon az árnyékolt testecskék) különböző világításban való elrendeződése a vízi lencse (*Lemna trisulca*) sejtjeiben. A felső rajz a klorofilltestecskéknek szétszórt fényben, a középső közvetlen nappfényben, az alsó pedig éjjel való elhelyeződését mutatja. A nyilak a fénysugarak irányát jelzik. Erősen nagyítva. Stahl szerint.

kromatoforák összehúzódott vagy különböző mértékben kiterült állapotának megfelelőleg változik. A bőr színének a kromatoforák ingerlékenységén alapuló változását különféle ingerek (fény, hő, elektromosság) alkalmazásával kísérletileg, mondhatnók kedvünk szerint, módosíthatjuk.

Szintén az ingerlékenységen alapuló s az éppen előadottra némileg emlékeztető jelenség észlelhető a növényeknek klorofilltestecskéket tartalmazó szöveti sejtjeiben, melyekben a zöld testecskék különböző fokú fény hatása alatt egészen másképpen rendeződnek el. (27. ábra.)

Az előadott példák, melyekkel az ingerlékenységről szóló tant korántsem merítettük ki, úgy hisszük, eléggé bizonyítják, hogy az ingerlékenységnek nagyon különböző, majd nagyon kirívó, majd meglehetősen burkolt fokozata minden élőlénynek, s minthogy ezeknek a protoplazma az élő állapotállománya, a protoplazmának éppen úgy közös fundamentális tulajdonsága, mint a táplálkozás, melyen a növekedés és szaporodás alapszik. Ingerlékenység nélkül nincs és nem is képzelhető élet. Hogyan is volna lehetséges az életet fenntartó anyagforgalom, ha az élő állománynak nem volna meg az a rátermettsége, hogy a fennmaradására nélkülözhetetlen táplálóanyagokat felvegye, áthasonítsa, majd erők fejlesztésére szétbontsa s az immár hasznavehetetlenné vált, sőt káros bomlástermékeket kiválassza?

Mozgékonyság. — Az éppen tárgyalt ingerlékenység hatása legfeltűnőbbben a mozgásban nyilvánul s ehhez képest már az előző fejezetben is kellett a mozgással, mint azon életműködéssel foglalkoznunk, mely a különböző ingerekre való reagálásnak oly világos és meggyőző bizonyítéka.

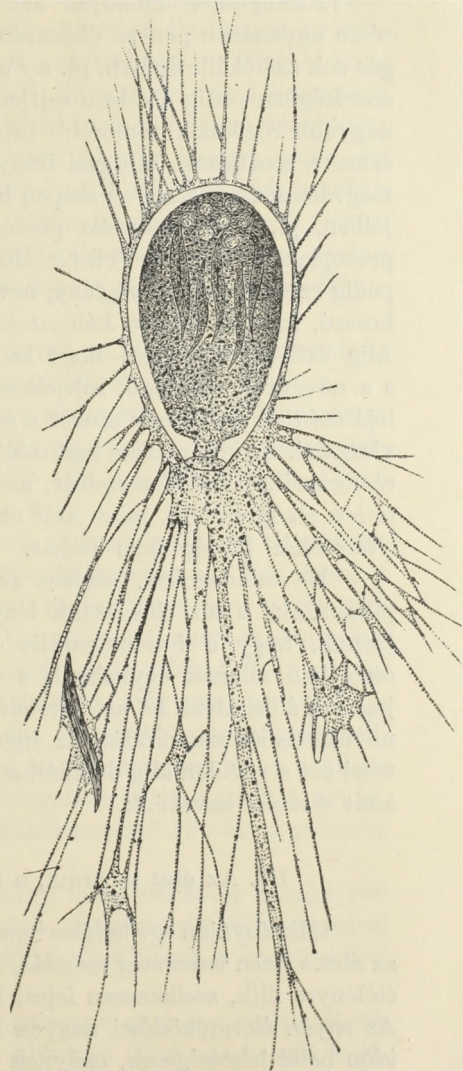
Ha az élőlények mozgásáról van szó, elsősorban rendesen a legfeltűnőbb mozgásra, a helyváltoztatásra gondolunk, mely a közéletből ismert állatoknak oly általános tulajdonsága, hogy első pillanatra minden szabadon mozgó élőlényt hajlandók vagyunk állatnak tartani. Elhamarkodott ítéletünkben persze sokszor fogunk csalódni, mert hiszen, mint a fentebb előadottakból tudjuk, határozottan a növényországba tartozó élőlények között is vannak feles számmal olyanok, amelyek vagy életöknek egy rövid szakán (mint rajzóspórák), vagy egész életükön át (pl. *Volvocineák*, *Diatomeák*) szabadon változtathatják helyüket: másfelől pedig szintén feles számmal vannak oly állatok, amelyek, legalább kifejlődött állapotukon, helyöket nem változtathatják: ilyenek pl. a *szivacsok*, *hidropolipok*, *korallak*, *mohaállatocskák*, számos *zsákállat* (*Tunicata*) stb., amelyek kifejlődve éppen olyan helyhez kötöttek, mint a földben gyökerező növények. Valamint a helyváltoztató mozgás, úgy egy másik feltűnő mozgási jelenség, t. i. a testrészeknek mozgatása sem tartozik azon mozgások közé, amelyek valamennyi élőlényre s az életre általában jellemzők. Különben ez is olyan mozgás, melyet köznapi tapasztalataink alapján csak az állatokról ismerünk; de, mint fentebb kiemeltük, az ú. n. érzékeny növényeknek is megvan az a rátermettségük, hogy ingerekre egyes testrészeiket, — a fentebbi példákban leveleiket, — mozgassák; másfelől az állatok között a szivacsok mozgékony-sága alig észrevehető gyenge összehúzódásra szorítkozik.

Azok a mozgások, melyek minden élőlényre egyaránt jellemzők s amelyek az élet fogalmához annyira hozzátartoznak, hogy jogosan mondhatjuk, hogy

az élet határozott törvények szerint végbemenő s egymást kiváltó mozgások összességén alapszik, — a helyváltoztatástól, s a testrészekétől különböző belső mozgások.

Ezek közé az élőlények belsejében folytonosan végbemenő s az életre jellemző és nélkülözhetetlen mozgások közé tartozik az a teljesen soha sem szünetelő mozgás, mely a táplálónedveket a szervezetben szétosztja s a szükséglet helyére juttatja. Az állatok nagy részének a táplálónedv szállítására külön csőrendszere, edény- vagy érrendszere van, melyben egy középponti lüktető szerv, amely ritmusos összehúzódásai- és kitágulásaival nyomó és szívó szivattyú módjára működik, az élet nedvét állandóan szabályos keringő mozgásban tartja. Az alsóbbrendű állatok nagy részének, valamint a növényeknek ilyen szivattyúkészülékkel működő csőrendszere nincsen. Csak a fanerogám növényeknek s a kriptogámok közül az ú. n. *Pteridophytáknak* (korpafű-, zsurlófélék, vízi és szárazföldi harasztok, *Lycopodinae*, *Equisetinae*, *Hydropterides*, *Filices*) van saját szerűleg differenciálódott sejtekből álló ú. n. *rost-edény- (fibrovázális) rendszere*, mely a gyökerektől felszívott oldatok, valamint a növények asszimiláló zöld részeiben képződött vegyületek vezetésére és szétosztására való s tehát némi tekintetben az állatok edényrendszerére emlékeztet; de ez is csak nagyon távolosó megegyezés. A többi növényeknek, valamint a véredénynélküli alsóbbrendű állatoknak az anyagforgalom alkatrészeinek széthordására semmiféle külön szervrendszerek nincsen, hanem az anyagforgalmi alkatrészek sejtből sejtbe szivároghatnak, vagy a sejtek közötti hézagok közvetítésével jutnak rendeltetésük helyére, azon sejtekhez, melyek a hozzájuk került táplálóanyagokat felhasználják, a bomlási termékeket pedig kiválasztják.

Evvel eljutottunk ismét a szervezetek végső élő elemeihez, a sejtekhez, melyeknek élőállománya, azaz a protoplazma, színhelye az életet jellemző szüntelenül tartó belső mozgásnak. Az élet lángját, miként kifejtettük, az anyagforgalom tartja lobogva; az anyagforgalom pedig a protoplazma



28. ábra. *Gromia oviformis* (gyökérlábú véglény) kitolt állabakkal, melyeken a szemecskék majd gyorsabban, majd lassabban ide-oda siklanak. Erősen nagyítva.

részecskéinek szakadatlan mozgása nélkül egyszerűen lehetetlen. A protoplazma részecskéinek mozgása a legtöbb esetben közvetlenül nem érzékelhető; de vannak oly erősebb mozgások is, amelyek kellő nagyítás alatt közvetlenül és nagyon világosan láthatók: ilyen a protoplazma keringése és az állábakon való áramlása, mely mozgások a legmegragadóbb mikroszkópi látványok közé tartoznak, amelyeknek egyszeri látása is kitörölhetetlenül vésődik emlékezetünkbe.

Keringésnek mondjuk azt a mozgást, melynél a protoplazma hígabb része ugyanazon pontra visszatérőleg mozog. Nagyon szépen látható ez a mozgás sok ázalékállatkában, pl. a *Paramecium bursariában*, valóban elragadó egyszerűségben pedig a *Chara* sejtjeiben. Az áramlásnál a protoplazmának kisebb-nagyobb rögzített tömörebb protoplazmafonalakon vagy szalagokon mintegy csúszva mozognak, mozgási irányukat hol hosszabb ideig megtartva, hol meg-megváltoztatva. Nagyon szépen látható ez a mozgás a növényiszőrök nagy sejtjeiben, pl. a *Tradescantia* porzószálain levő szőrök sejtjeiben, melyekben a protoplazma nagy nedvürök által hálózatra van bontva, egész pompájában pedig számos tengeri véglény, nevezetesen a gyökérlábú véglények (*Rhizopoda*) hosszú, fonalas, itt-ott hálózatosan egymásba hurkolódó állábain. (28. ábra.) Alig szenved kétséget, hogy keringő és áramló mozgások nemcsak a *Chara* s a növények szőreinek sejtjeiben, hanem a szöveti sejtek protoplazmájában is lejátszódnak, csakhogy ezeket a sejteket élve nem igen lehet erős nagyítás alatt vizsgálni. A protoplazma legáltalánosabb mozgását azonban, az élőállomány apró részecskéinek azt a mozgását, amely nélkül az anyagforgalom lefolyását lehetetlen elképzelni, mint már említém, közvetlenül nem érzékelhetjük, bár létezéséhez kétség nem férhet.

Ha mindazokra, amiket az élet fogalmát fejtegetve előadtunk, visszapillantunk, s az előadottak lényegét összegezzük, úgy arra az eredményre jutunk, hogy a fundamentális életműködések elválaszthatatlan szoros kapcsolatban állanak egymással, s egymást szükségszerűleg feltételezik, s ezért jogosan állíthattuk fel azt a tételt, hogy a táplálkozás s a táplálkozáson alapuló növekedés és szaporodás, az ingerekre való reagálás és a mozgás együttesen teszi azt a röviden alig definiálható természetes folyamatot, azt az édes létezést, amit életnek nevezünk.

III. Az élet tartama, a halál, szunnyadó és lappangó élet.

»Mindnyájan egy halálos betegségben szenvedünk s ez a halálos betegség — az élet.« Ezen ismeretes mondás, mely nemcsak az emberre, hanem valamennyi élőlényre illik, szellemesen fejezi ki az élet mulandóságának szükségszerűségét. Az egyén életműködései nagyon különböző, de minden esetben csak korlátolt időn belül lehetségesek, melynek elteltével romba dől az imént még oly remek szervezet, alkotóanyagai szétbomlanak, párává, porrá, hamuvá válnak s a természet rendje szerint visszatérnek ismét abba a nagy anyagforgalomba, melyből egy pillanatra kiragadta s magával sodorta őket az élet örvénye. A halál azonban csak az egyénre nézve jelent megsemmisülést, a természet maga nem ismer

halált, mert hiszen az egyéni élet a halhatatlanságnak némi látszatával nemzedékről nemzedékre száll s az utódokban folytatódik : az élet drámája az egyén elmúlásával nem szakad meg, hiszen semmi egyéb nem történik, mint az, hogy a megvénült szereplőket időről időre újak váltják fel, ifjak, erősek, az élet színpadán folyó küzdelmekre edzettebbek, jobban rátermettek.

Az egyéni élet tartama még közelrokon szervezeteken is nagyon különböző s ez idő szerint nem ismerünk semmiféle oly törvényt, mely az élet hosszát kiméri, megszabja és szabályozza. Az úgynevezett *Flourens-féle* törvény éppen nem általánosítható. Ez a törvény, mely azt mondja, hogy az élettartam az ivarérettség eléréséig lefolyt idő ötszörösével egyenlő, az emberre — föltéve, hogy nemünk rendes életkorát 100 évre tesszük — talál ugyan, de már a gerincesek közt sem illik valamennyire : így a ló 4 éves korában már teljesen kifejlődött s ehhez képest a *Flourens-féle* törvény szerint csak 20 évig élhetne, pedig élél 40—50 évig is, a ponty pedig, mely 100, sőt 200 évet is elér, két éves korában már érett a szaporodásra ; a tiszavirág népies néven ismeretes rovarok (*Ephemera*, *Palingenia*) mint lárvák 2—3 évig élnek rabló életmódot a vízben, azután átalakulnak, párosodnak s még ugyanazon a napon, amelyen utolsó lárvahüvelyüket levetették, elhalnak.

Kevés teljesen megbízható adatunk van ugyan az állatok élettartamáról, de azért az ismertek közül érdemes lesz néhányat feljegyeznünk.

Az emlősök között leghosszabb életűek az óriás cetek, melyek bizonyosan élének több 100 évig ; az elefánt is elér 200 éves életkort ; a ló és medve élettartama 40—50, a kutyaé, macskáé, oroszláné 35—40, a sertése 20—25, a juhé 15, a rókaé 14, a nyúlé 10, a mókusé és egéré 6 év.

A madarak között leghosszabb életűek a vízi madarak és ragadozók. A hattyú elér 300, a lúd 100 évet. A schönbrunni állatkertben egy fakó keselyű (*Vultur fulvus*) múlt ki 1824-ben, mely 118 évet töltött fogságban. A sólymok és sasok is elérnek 100 évet, sőt még többet is. Ugyanilyen életkort ér el a holló, meg a papagályok ; még fogságban tartott papagályok is túléltek 3—4 emberöltőt ; ugyanabban a cifra madárban gyönyörködött, még mint gyermek, a dédapa és a dédunoka ; és ki ne hallott volna *Humboldt* aturpapagályáról, melyről az indiánusok azt mondták, hogy nem lehet megérteni, mert a kihalt aturok nyelvén beszél ? — A kakuk élettartama legalább is 32, a szarkáé, tyúké, fácáné 20, a rigóé 18, a pintyféléké 8—18, a kanárimadaré 12—15, a galambé 10 év.

A csúszómászók között a krokodilusok, a nagy teknősbékák és óriáskígyók bizonyára 100 évnél tovább élnek, de a legtöbb csúszómászó élettartamáról nincsenek biztos adataink. Ugyanez áll a kételtűekről is ; csak a varasbékáról tudjuk, hogy 40 évig is élél.

A halak legnagyobb része hosszú életű ; nemcsak az óriástermetű cápák és tokfélék érnek el igen magas, valószínűleg 100 évet jóval meghaladó kort, de az aránylag kisebb termetűek is : a pontyról és csukáról biztosan tudjuk, hogy 100 évig, sőt még tovább is élének.

A lágytestűek között a lábasfejűek (*Cephalopoda*) között az óriástermetű *Architeuthisek*, az északi népek mondáiban »*Krak*« néven szereplő tengeri ször-

nyeteger, melyeknek hossza, kinyújtott karokkal, 10—17 métert ér el, kétségkívül igen hosszú életűek; de hosszú életűek az aránylag kistermetű kagylók is: így az édesvízi gyöngytermő kagylók (*Margaritana margaritifera*) átlag 50—60 esztendeig élnek; de évszámmal megjelölt kagylók után ítélve, 80—150 éves kort is elérhetnek. A mocsári csiga (*Paludina vivipara*) élettartama 8—10, a kerti csigáé (*Helix pomatia*) és az iszapcsigáé (*Limnaea*) 4—5, a tányércsigáé (*Planorbis*) 2 év.

Az ízeltlábúak között hosszú életű a folyami rák, mely 20 évig is él. A rovarok között némelyek, mint lárvák, több évig élnek: így egy északamerikai énekes kabóca, a *Cicada septemdecim* 17 évig, a cserebogár 3—4 évig; ellenben meglett állapotban, mint imágók, többnyire csak néhány hónapig, hétig vagy éppen csak néhány, vagy mint a már említett tiszavirágok, csakis egy napig élnek. De némely kifejlődött rovar is aránylag hosszú életű: így a méhek nősténye, vagy királynéja átlag 2—3, ritkán 4—5 évig él, míg a hímek, az ú. n. herék 3—4, a dolgozók pedig 3—7 hónapig élnek.

Az alsóbbrendű állatok élettartamáról nagyon keveset tudunk. Sokan közülök, pl. számos féreg, édesvízi hidra, medúza, édesvízi szivacs stb. alig él néhány hétig vagy hónapig. De hogy ezek között is vannak hosszú életűek, bizonyítja a híressé vált edinburgi tengeri anemone (*Actinia Mesembryanthemum*), melyet *Dalyell* zoológus 1828-ban mintegy 7 éves korában tett akváriumba, ahol *Dohrn* tanár még 1882-ben látta a 61 éves, erőteljes öreg urat; amennyiben elhunytáról nem értesültünk, feltehetjük, hogy még mai nap is életben van ez az *Actinia*-Mathuzsálem.

Miként az állatok, úgy a növények élettartama még közel rokonfajok szerint is nagyon különböző: még egyazon nemen belül is vannak egyévi és évelő fajok (pl. *Adonis*, *Ranunculus*, *Draba*, *Linum*, *Viola*, *Euphorbia*, *Trifolium*, *Senecio*, *Triticum*), az ú. n. egyévi növények között pedig vannak olyanok, amelyeknek tenyészési ideje tavasztól őszig terjed, ellenben mások ugyanezen idő alatt 2—3 nemzedéket hoznak létre. Legnagyobb kort nemcsak a növények, hanem az összes élőlények között a fák érnek el, melyek közül a következőket említjük fel. Az óriási afrikai majomkenyérfáknak (*Adansonia digitata*) s a Kanári-szigetek vén sárkányfáinak (*Dracaena draco*) életkorát 5—6000 évre becsülik. A platánfa s a mexikói *Taxodium* elél 4000, a tiszafa (*Taxus baccata*), a ciprus (*Cupressus fastigiata*) s az északamerikai mammutfa (*Wellingtonia gigantea*) 3000, a kocsányos tölgy (*Quercus pedunculata*) és szelíd gesztenyefa (*Castanea vesca*), a libanoni cédrus (*Cedrus Libani*) 2000 évig. Azok a vén cédrusok, melyek a nagyrészt letarolt Libanonon még ma is mintegy 400 fából álló pagonyt alkotnak, még Krisztus születése előtt csirázhattak. A lucfenyő (*Abies excelsa*) élettartamát 1200, a nagylevelű hársét (*Tilia grandifolia*) 1000, a vörös fenyőét (*Larix europaea*) 600, az erdei fenyőét (*Pinus sylvestris*) 570, a fehér nyárját (*Populus alba*) 500, a bükk- (*Fagus sylvatica*), szil- (*Ulmus*) és kőrisját (*Fraxinus excelsior*) 300 évre teszik. Kedvező körülmények között még oly fák is elérnek rendkívül magas életkort, amelyeket a köztudat rövidebb életűeknek tart. Hildesheim, hannoverai városnak egyik nevezetessége az ódon dómot körülvevő kripták fala mellett álló 10 m magas vadrózsató (*Rosa canina*), melyet a hagyomány

szerint, Jámbor Lajos ültetett 814-ben; annyi bizonyos, hogy a XI. század közepétől kezdve emlegetik a krónikák. A diósgyőri vár tőszomszédságában, az egykori királyi kertek helyén, egy úri ház udvarán áll egy 20 m magas, tövén 2·46 m átmérőjű hatalmas *török mogyorófa* (*Corylus Colurna*), melyet a nép nemzedékek hosszú során »Mária királyné nagy mogyorófája« néven nevezs azt tartja róla, hogy az atyjával, Nagy Lajossal, majd később férjével, Zsigmonddal, igen gyakran itt tartózkodó Mária királyné sajátkezűleg ültette. Tény az, hogy szakértők becsülése szerint legalább is 500 éves s eszerint Nagy Lajos idejében már csakugyan megvult.

Önkénytelenül is felvetődik itt az a kérdés, vajjon az ilyen hosszú életű fák is magukban hordják-e az elmúlás csiráját, avagy talán nincs is életöknek bizonyos idő elteltével szükségszerűleg bekövetkező vége, hanem csak paraziták okozta betegségek lassú munkája, vagy az időjárás viszontagságai, vagy másféle káros külső behatások, véletlen katasztrófák szakítják meg életök fonálát? Valljuk be őszintén, hogy erre a kérdésre nem tudunk határozott feleletet adni, mert csak más élőlényeken tett tapasztalataink alapján lehet föltennünk, hogy a mulandóság törvényének ők is alá vannak vetve, azaz hogy előbb-utóbb, a mi életünk tartamához mérve, talán nagyon hosszú idő múlva, de szükségszerűleg ők is csak kimúlnak természetes halállal. Csak az idő és a tér végtelen, ellenben mindannak, ami időben és térben történik, van természetes kezdete és vége.

Ebben talán megnyugodhatunk; ámde most meg az a kérdés lép előtérbe, hogy mi az a »természetes« halál?

Legyünk ismét őszinték s valljuk be nyíltan, hogy erre a kérdésre sem tudunk határozott feleletet adni.

Ha az ember, vagy az emberhez közelebb álló állatok életfolyamatán végigtekintünk, úgy azt tapasztaljuk, hogy a rendes életműködések csak bizonyos időn belül folynak zavartalan pontossággal; előbb-utóbb eljön az idő, amikor az egyes szervek, mint a vén óra elkopott kerekei, már csak akadozva mozognak és egyre tökéletlenebb munkát végeznek, s végre eljő az idő, amikor munkájuk véglegesen megszakad, — az óra megállott, az egyén létezése megszűnt. Ezen tapasztalatok alapján nagyon sokan hasonlították már össze az élet folyását a Nap járásával. Számos állat és számos növény élete is, — föltéve természetesen, hogy idő előtt nem szakítja meg valamely katasztrófa, — csakugyan olyanféle ívet fut meg, mint a Nap látszólagos égi pályáján: az élet szakai, a serdülés, a teljes fejlettség s a hanyatlás szigorú törvényszerűséggel vezetnek, majd rövidebb, majd hosszabb idő során a hajnaltól az estéhez, a keletkezéstől az elmúláshoz. Az ilyen kimúlást, melyhez az élőlény saját szervezetében rejlő, ez idő szerint persze egészen ismeretlen okokból lépésről lépésre közeledik, nevezzük közfelfogás szerint természetes halálnak.

Ámde futólagos körültekintés is könnyen meggyőzhet arról, hogy az élet folyásának a Nap szabályos ívben megfutott pályájával való összehasonlítása csak a szervezetek egy részére illik, ellenben tekintélyes részökre nem alkalmazható. A rovarok élete pl. nem fut meg ívalakú pályát, mint az emberé s számos egyéb felsőbbrendű állaté, hanem a legmagasabb pontra emelkedve, hirtelen megszakad. A pillangó tudvalevőleg hernyóalakban kezdi meg életét;

a hernyó pedig nem lépésről lépésre való egyenletes növekedéssel s kezdeményben meglevő összes szerveinek teljes kibontakozásával válik kész állattá, hanem szabályos közökben mintegy lökésekkel növekedik s ha végre néhány hét vagy hónap múlva teljes nagyságát elérte, bebábozódik s rövidebb-hosszabb ideig tartó szunnyadás alatt változik át könnyűszárnyú, tarka pillangóvá, mely hímes nászruhájának csak néhány napig vagy hétig örvend s miután párosodott s utódairól gondoskodott, úgyszólván élete delelőpontján szűnik meg élni. Az egyszer-virágzó növények sem mennek az élet delelőpontján át lépésről lépésre hanyatlásuk s elmúlásuk felé, hanem a delelőpontot elérve virágzanak, magvakat érlelnek és erre gyorsan lefolyó hervadással kimúlnak.

Az előadott példák egyfelől azt bizonyítják, hogy az életnek, bár különböző, de minden esetben szigorú törvényszerűségtől megszabott lefolyása van, másfelől pedig azt, hogy a természetes kimúlásnak valamely önmagában a szervezetben rejlő okának kell lenni. De arra, hogy mi ez a belső ok, sem e példák-ból vonható következtetések, sem pedig az életről szóló összes eddigi ismereteink nem adnak semmiféle felvilágosítást. Nem hiányzanak ugyan, részben nagy elmeéllel kifejtett, szellemes hipotézisek, amelyek között azonban egy sincs olyan, amely, kedélyünk megnyugtatóján kívül, megismerésre való törekvésünket is kielégítené: szóval az élet lángja kialvásának éppoly kevésbé ismerjük a tulajdonképpeni okát, miként nem ismerjük okát az első fellobbbanásának.

A probléma megoldása annál nehezebbé válik, mennél mélyebben szállunk le a szervezetek lépcsőjén egész az egysejtűekig.

Weismann, a híres freiburgi zoológus, volt az első, aki ezelőtt mintegy 25 évvel először hirdette azt az első hallásra megdöbbentően meglepő tant, hogy az egysejtű lényeknek tulajdonképpen nincs természetes haláluk s hogy a soksejtű szervezetek a halált, mint célszerűségi berendezést, testük soksejtűségével együtt szerezték. Hogy ezen érdekes tant megértsük, idézzük emlékezetünkbe, hogy a soksejtű szervezetek egy kezdő sejtből, az anyaszervezetről leváló petesejtből fejlődnek ki, amely rendesen egy másik sejttel, az apai szervezetről leváló ondósejttel, egybeolvad, hogy belőle ismételt oszlások során ama sejthalmaz képződjék, melyből az új szervezet teste felépül. De ama sejthalmaznak nem valamennyi alkotó eleme használatik fel az új lény testének felépítésére, hanem egy kis részükből az a szerv formálódik, melyben a később leváló ivarsejtek képződnek. A soksejtű szervezetek tehát kétféle sejtekből állanak: t. i. testi sejtekből, melyek az egyén testét alkotják, s életét ideig-óráig fenntartják, továbbá faji, ivar-, vagy csirasejtekből, melyeknek a fajfenntartás a hivatása. A testi sejtek életenergiája előbb-utóbb kimerül s erre velők együtt az egyén teste, melynek ők az alkotó elemei, elhal; ellenben a levált faji sejtek új egyénekké szerveződve tovább élnek. A halál tehát a soksejtűeknél csak a testi sejteket éri, mert hiszen az ivarsejtek az élet folytonosságát nemzedékről nemzedékre átplántálják. Ez adja a halhatatlanságnak ama látszatát, melyre már e fejezet elején céloztunk.

Lássuk már most, hogy miképpen áll a dolog az egysejtűekkel, melyeknek élőállománya nincs külön egyéni és külön faji részre differenciálva, hanem az egyén teste, meg a fajfenntartó élőállomány egyazon sejtet alkotja?

Válasszuk például az ázalékállatkákat. Ezek, miután több nemzedékben oszlással, ritkábban bimbózással szaporodtak, előbb-utóbb okvetetlenül kimerülnek: életműködéseik egyre lomhábbakká válnak, az aggkori hervadás egyre határozottabban ismerhető fel rajtuk s minden jel arra vall, hogy végők felé közelednek. Az ilyen aggastyán a többiektől különválasztva a legkedvezőbb életfeltételek között is menthetetlenül elpusztul. De nem pusztul ám el az, mely a többiek társaságában marad; mert egy sajátos életani folyamat lejátszódása visszaadja, még pedig az ifjúság üde zománcával adja őt vissza az életnek. Ugyanis az egymagukban tehetetlen, kimerült véglenyek párosával egybekelnek, rövid időre testök kis részével összeolvadnak, mi alatt a termékenyítés egy neme foly le, s ha több óra, néha egy-két nap múlva ismét szétválnak, mindegyik fél teljesen megifjodva kezdi előlről az életet (v. ö. 19 ábra, 18 l.). Ime, a parányi, egysejtű ázalékállatkák nincsenek okvetetlenül alávetve a természetes elmúlásnak, hanem életök csak különböző ritmusban lüktet s amikor már-már kialvófélben van, az egybekelés varázserejétől, mint a gyermekmesékben a vén anyókévá büvölt csodaszép királyleány, megifjodik. Arról, hogy az ázalékállatkák bámulatos szaporaságuk s annak dacára, hogy elvénülve megifjodhatnak, a vizeket mind be nem töltik, a létért való küzdelem gondoskodik, mely nem engedi a fákat az égig nőni: ugyanis tömérdek állat él belőlük, paraziták epidémia módjára pusztítják őket, az időjárás viszontagságai s az általános életfeltételek mostohasága pedig millióikat söprik el.

Az életnek egyszerre véget vető természetes halált az egybekelés megifjító hatása alatt nem csupán a csillangós ázalékállatkák kerülik el, hanem még egy egész sereg más egysejtű lény is. Ellenben más egysejtűeknek (pl. több ostoros, sarkodós és spórás végleny) élőállománya a spóráképződés folyamatában, akár megelőzte ezt a szaporodást az egybekelés, akár nem, — két részre különül, melyeknek egyikéből az ifjú nemzedék (leggyakrabban egyidei pihenésre szánt keményhéjú spóra) fejlődik, a másik pedig, mint holt tömeg visszamarad és tönkre megy (v. ö. 14. és 16. ábra, a 14. és 15. l.). — Ime, itt lehet először szó természetes halálról, melyet az életre többé nem ébredő holttetem elvitázhatalanná, mondhatnók kézzelfoghatóvá tesz.

Az imént szándékosan használtuk az életnek *egyszerre véget vető természetes* halál kifejezést; mert a testet alkotó élőanyag részecskéiben folytonosan elhal, amennyiben erőik fejlesztésére oxidálódik s oly vegyületekre bomlik szét, amelyek a szervezetből, mint az életre immár hasznavehetetlenek, kiküszöböltetnek; éppen ez a folytonosan végbemenő részleges elhalás az, ami az életet lehetővé teszi, amit úgy is lehetne formulázni, hogy *ahol nincs halál, ott nincs élet*.

A szervezetnek életműködései s különböző tevékenységei tudvalevőleg nem egyenlő energiával folynak le az élet egész tartama alatt. A legtöbb életműködés bizonyos szakaszossággal (periodicitás) foly le, amelyet a szervezet életkora vagy az időnek (napnak, évnek) szaka szab meg: a táplálék fölvétele, a növekedés, a szaporodás, ébrenlét és alvás, — a rügzés, a lombozat kibomlása, virágzás, magérlelés, lombhullás stb. mind oly jelenségek, melyek rendszert szakszosan, gyakran szorosan időhöz szabott pontossággal folynak

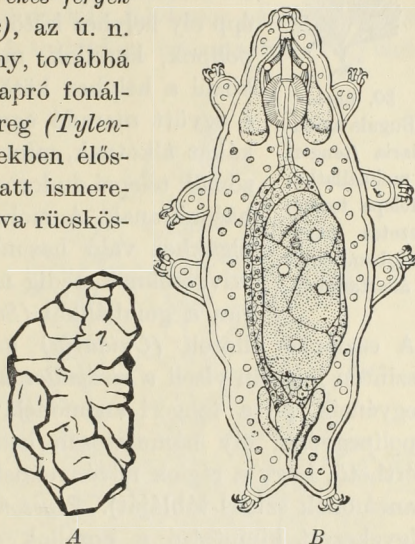
le. S ahhoz képest, amint az egyes élettevékenységek az energia fokozottabb mértékét veszik igénybe, a többiek gyengébben nyilvánulnak, többé-kevésbbé háttérbe szorulnak, míg mások velük együtt fokozódhatnak, vagy a rendestől eltérően módosulnak. Így pl. az ivarzás időszakában, mikor az energia legnagyobb részét, a szervezet egész lényét a fajfenntartás érdeke köti le, számos állat hosszabb ideig nem vesz magához táplálékot, úgy hogy az ivarzási időszak lezajlása után szánalmasan lesóványodik; emellett ingerlékenyebbé válik s a nemzőgerjedelem annyira kábulttá teszi, hogy rendes óvatosságát egészen elfeledve vakon rohan a veszedelemnek.

De az életműködések ezen rendes, periodikus ingadozásán kívül igen sok szervezeten, szintén szakaszosan, az élettevékenységek összességökben is oly minimális mértékre süllyedhetnek, hogy az élet lángja éppen csak még pislog, mint a végelgyengülésben kimerült elhaló szervezetben, hogy kedvező körülmények bekövetkezésekor ismét fellobbanjon. Így pl. számos állat (*borz, denevér, ürge, pele, marmota, gyíkok, kígyók, kételtűek* stb.) télen mély letargikus álomba merül, mely alatt anyagforgalmuk minimumra süllyed. Ugyanebbe a kategóriába tartozik kitelelő növényeinknek téli pihenése. Az állatok petéiben, a növények magvában és spóráiban is hosszasan szunnyadhat az élet; pl. különböző növénymagvak, újabb pontos vizsgálatok szerint, 25—135 évig megtartják csirázóerejüket; de az egyiptomi sírokban talált ú. n. múmiabúzának évezredek után való kicsirázása a mesék közé tartozik. A véglények is kitűnnek avval a tulajdonságukkal, hogy betokozódva, mint a növénymagvak, hosszasan pihenhetnek. Ugyanis a véglények, ha a megélhetési viszonyok kedvezőtlenre fordulnak, különösen pedig akkor, ha ama pocsolyák vize, melyben tenyésznek, kiszárad, gömbbé húzódva kemény tokkal zárják magukat körül s ebben az állapotban, mintegy petévé változva, hosszú ideig, talán évekig vesztegelhetnek, hogy kedvező körülmények beálltával tokjukat elhagyva ismét tevékeny életet kezdjenek. Ez magyarázza meg azt, hogy a véglények minden ideiglenes esőpocsolyát gyorsan benépesítenek; mert tokjaik vagy ott heverték a kiszáradt kátyu porában, vagy a szél által felkavart porral szanaszét hordva jutottak talán valamely távol vidékről az esőpocsolyába. A magvakban hosszasan lappangó élet magyarázza meg azt az ismeretes jelenséget, hogy újonnan feltört talajban és erdők vágásaiban oly növények fejlődnek, amelyek annakelőtte azon talajon nem nőttek.

Sokat beszélnek némely embereknek, különösen az indiai fakiroknak ama csodálatos képességéről, mikép egészen önakaratukkal tudnak tetszhozt állapotba merülni, melyből hetek mulva ismét felébredhetnek. Ez esetekkel szemben mindenesetre helyén van az óvatos skepszis, mert a legtöbb csaláson alapszik: bizonyára sokaknak emlékezetében van még a millenniumi alvó fakir, kinek szélhámosságát sikerült kimutatni. De vannak oly megbízható orvosoktól leírt, hitelt érdemlő esetek is, melyek azt bizonyítják, hogy egyes emberek csakugyan tudnak egészen önkényűleg oly állapotba jutni, melyben rajtuk, felületes vizsgálattal, semmiféle életnyilvánulások sem vehetők észre, hogy később ismét életre ébredjenek.

Vannak végre oly szervezetek is, amelyekben hosszú időn át a legpon-

tosabb vizsgálattal sem sikerül kimutatni legalább valamely minimális életnyilvánulást, amelyekben tehát ideiglenesen egészen szünetelhet az élet, hogy kedvező körülmények beálltával ismét folytatódjék. Ilyenek nevezetesen pl. az esőcsurgók összegyűlt törmelékében s a háztetők meg fák mohapárnái és zúzmókérgei alatt élő apró állatocskák: *kerekcs férgek* (*Rotatoria*), apró *fonálf férgek* (*Angvillulidák*), az ú. n. *medveállatocskák* (29. ábra) s egy sereg véglény, továbbá az ecetben meg könyvkötő-csirízben élő apró fonálf férgek (*Angvillula aceti*) s az a kis fonálféreg (*Tylenchus scandens*), mely a fejlődő gabonaszemekben élőködik s ezeknek *gömbölyű üszög* elnevezés alatt ismeretes eltorzulását okozza. Mindezek kiszáradva rücskös-ráncos tömeggé töpörödnek, mely oly merev, mint az üveg; de ha megnedvesítjük őket, gyorsan felduzzadnak s néhány negyedóra múlva már élénken mozognak s mintha csak semmi sem történt volna velök, ott folytatják az életet, ahol talán hónapok vagy éppen évek előtt abba hagyták. *Needham* 1744-ben küldött *Bakernek* ilyen üszögös gabonaszemeket, amelyekből a férgesekék 1771-ben, tehát 27 év múlva még életre ébredtek. Az ilyen beszáradás után ismét feléleszthető szervezeteket — *Preyer* szavaival élve — oly órával lehet találón összehasonlítani, mely fel van húzva, de meg van állítva, úgy hogy csak egy lökés szükséges, hogy ismét járjon, a holt szervezetet pedig eltört órával, melyet semmiféle lökés többé meg nem indíthat, — amaz a látszólagos, ez pedig az az igazi halál, melyből nincs ébredés.



29. ábra. Medveállatocska (*Macrobiotus Hufelandii*). *A* összeszáradt, tetszhalott állapotban. *B* ugyanaz $\frac{1}{4}$ órával a megnedvesítés után. Erősen nagyítva. Greef és Plate szerint.

IV. Állat és növény.

Első fejezetünkben említettük, hogy az élőlényeknek állatokra és növényekre való népszerű felosztása azokra a szervezetre, amelyekkel a mindennapi életben rendszeren dolgunk van, elégséges ugyan, de nem elégítheti ki azt, aki az összes élőlényeket veszi figyelembe; mert a legalsóbbrendű szervezetek között lépten-nyomon akadunk olyanokra, amelyekről még beható tanulmányozás alapján sem dönthetjük el, vajjon állatok-e, vagy pedig növények?

Igy állván a dolog, szükségképen felvetődik az a kérdés, hogy mit tartunk állatnak, mit növénynek és hogy miért állítjuk azt, hogy azok az élőlények, amelyeket már fentebb *véglényeknek* (*Protista*) neveztünk, kényszer nélkül, sem az állat- sem a növényországba be nem oszthatók?

Régebben általában, sőt a közéletben ma is, mindazokat a szervezeteket, amelyek mozognak, állatoknak tartották. Hogy ez a felfogás téves, már a

mozgási jelenségek tárgyalásánál kiemeltük s néhány példán azt is kimutattuk, hogy vannak növények, melyek ingerekre bizonyos mozgásokat végeznek, sőt számos növény életének fiatal szakán, vagy talán egész életében is éppen



30. ábra.

Bugula avicularia (tengeri mohaállatka) telepe természetes nagyságban. Leunis állattanából.

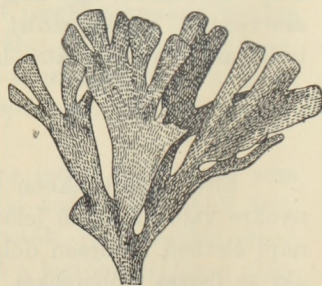
olyan mozgékony, mint a közéletből ismert állatok bármelyike. De másfelől oly állatokat is ismerünk, amelyek teljesen kifejlődve épp oly helyhez kötöttek, mint a növények. Ilyenek a szivacsok, polipok, korallok, mohaállatocskák, aszcidiák stb. Sokan ezek közül a helyhez kötött állatok közül bimbózással szaporodnak s együtt maradó egyéneik éppen olyan elágazó bokrokat, fászkákat alkotnak, mint a növények (30., 31., 32. ábra); másoknak zömök telepei dudoros tuskókhoz, kaktuszokhoz, vagy gombákhoz hasonlítanak. A mohaállatocskák a mohabokrokhoz vagy elágazó algákhoz való hasonlatosságtól kapták jellemző nevüket is: a szivacsoknak pedig némely nyelven, pl. a németen, közös neve van a gombákkal (*Schwamm*), amelyekhez annyira hasonlítanak.

A csalánzó állatok (*Cnidaria*) azon rendje, melybe a korallok tartoznak, szintén jogosan viseli a virágállatok (*Anthozoa*) nevét, mert mind magánosan élő egyéneik, pl. a tengeri anemonék, mind növényt utánzó telepeiknek egyes polipegyénei oly bámulatosan hasonlítanak a virágokhoz, hogy nagyon is érthető, hogy a régiek növényeknek tartották (v. ö. a korallok és tengeri anemonék színes tábláját). *Peyssonnel* marseillei orvost, aki 1723-ban először igyekezett kimutatni a korallok állati természetét, egyenesen hóbortosnak tartották; a híres *Réaumur* előterjesztette ugyan értekezését a párisi akadémiának, de a szerző nevét, nehogy gúny tárgyává tegye, gyöngédségből elhallgatta. Ma mindenki tudja, hogy mindazok a különös vízi, kevés kivétellel tengeri állatok, melyeket növényállatok (*Zoophyta*) elnevezéssel is szoktak összefoglalni (v. ö. a medúzák és siphonophorák színes tábláját), dacára annak, hogy csalódásig hasonlítanak növényekhez, igazi természetük szerint mégis csak valóságos állatok, amelyek korántsem tekinthetők az állat- és növényországot összekapcsoló átmenetnek.

De vajjon mi jogosít arra, hogy ezeket a növényeket színlelő élőlényeket oly határozottsággal deklaráljuk állatoknak?

Feleletünk ez: a táplálkozásuk, mely a növényekétől egészen különbözik, az állatokéval pedig mindenben megegyezik. Mert tudnunk kell, hogy tudományunk a két szerves ország tagjai között nem ismer más különbséget, mint a táplálkozást, s az evvel kapcsolatos anyag- és energiaforgalmat.

Lássuk tehát a két szerves ország táplálkozásában nyilvánuló nagy különbséget, és pedig első sorban vessünk egy pillantást a növények táplálkozására. Szoros értelemben vett áthasonításra, azaz szerves anyagoknak szervetlen vegyületekből való készítésére kizárólag csak a növények képesek.



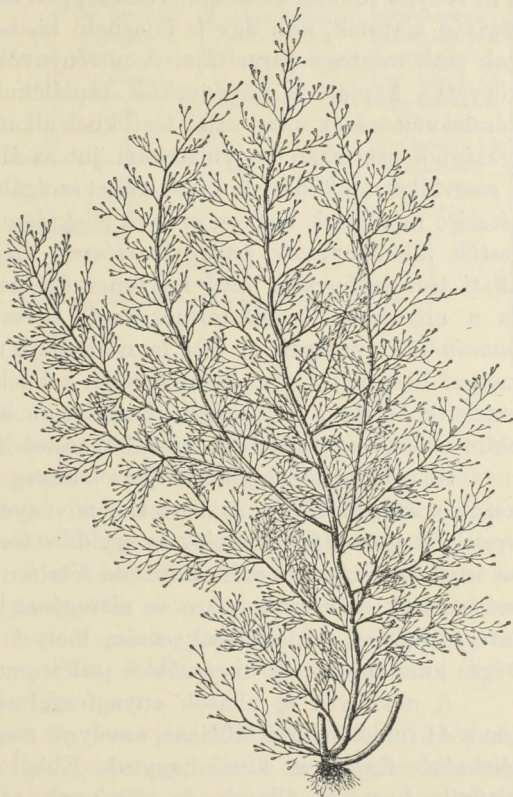
31. ábra.

Flustra foliacea (tengeri mohaállat) telepe természetes nagyságban. Leunis állattanából.

A növények, mint mindenki tudja, gyökereikkel vizet és oldott földsókat vesznek fel, melyek közül nitrogént tartalmazó sók, ú. n. *nitrátok*, vagy *ammóniumsók* nem hiányozhatnak; zöld részeikkel pedig a közéletben szénsavnak nevezett széndioxidot (CO_2) vesznek fel. Ezekből az oxigénben gazdag vegyületekből az oxigénnek csak egy részét tartják vissza, a fölöslegét pedig kiválasztják s a levegőbe juttatják; de a levegőbe juttatják folytonos párolgással a sók oldóanyagának, a víznek nagy részét is. A testökben visszatartott vegyületek alkotóelemeiből, részleteiben eddigelé még pontosan nem ismert szintézis útján, szerves vegyületeket készítenek, azaz *szénhidrátokká* (*keményítő, cukrok, cellulóze* stb.), *zsirokká* és *protein-anyagokká* (különböző *fehérjenemű vegyületek*) hasonítják át. Azt az energiát, mely az áthasonítás bonyolódott kémiai munkájára szükséges, a napfény szolgáltatja a növényeknek, melyek ezt az energiát a testökben felhalmozzák, a készített szerves vegyületekben mintegy raktározzák. A növényeknek ezen raktározott energiája az, amely a növények elégetésekor fény és hő alakjában válik szabaddá. Ha kőszénét égetünk, hogy szobánkat melegítsük, vagy gépeinknek adjunk munkaerőt, azt az energiát tesszük szabaddá s fordítjuk saját céljainkra, amelyet a kőszén-növények számlálatlan évezredek előtt a Naptól kaptak s halmoztak fel testükben.

Az éppen előadottak szerint tehát a növények anyag- és energiaforgalma röviden abból áll, hogy a levegőből és talajból felvett oxigénben gazdag szerves vegyületekből a Naptól származó energiával oxigénben szegény szerves vegyületeket készítenek, oxigént választanak ki és energiát halmoznak fel.

Emellett azonban, miként az állatok, úgy a növények is vesznek ugyan fel a levegőből oxigént és választanak ki szénsavat, csak hogy ez a lélekzés, mely éjjel élénkebb mint nappal, az állatokéhoz képest nagyon alárendelt szerepet játszik. Ez pedig avval függ össze, hogy a növények a levegő szénsavát, a talaj vizét az oldott táplálósókkal s a napfényt helyben kapják, míg ellenben az állatoknak táplálékuk megszerzésére nagy mechanikai munkát, többnyire



32. ábra. *Obelaria gelatinosa* (tengeri hidroidpolip) telepe természetes nagyságban. Leunis állattanából.

helyváltoztató mozgást kell végezniök s az erre szükséges erőhöz testök anyagalkatrészeinek oxidációval való szétbontása, elégetése árán jutnak, amit csak erélyes lélekzés tesz lehetővé.

Az állatok, a növényekkel ellentétben, szervetlen vegyületekből nem tudnak táplálkozni. Az ő táplálékukat szerves vegyületek : szénhidrátok, zsírok, proteinanyagok, továbbá a táplálékkal együtt vagy külön is felvett víz s ebben oldott sók teszik. Minthogy pedig szervetlenekből szerves vegyületeket csak a növények tudnak készíteni, voltaképpen az egész állatélet a növények áthasonításán alapszik, ami úgy is fejezhető ki, hogy az állatország a növényországnak csak mintegy parazitája. A növényevők közvetlenül, az állatevők pedig közvetve kapják a növényektől táplálékukat, melyeknek anyagai bizonyos kémiai változások során saját testüknek alkatrészeivé válnak. Ezekkel a növényországból származó vegyületekkel jut az állatokba az az energiakészlet, mely a szerveiket működésben tartó erőket szolgáltatja. Ezen lekötött erők szabadbátételére az állatok nagyon erélyes lélekzésre vannak utalva, hogy az oxigénnel testök állományának anyagalkatrészeit elégetve, munkaerőhöz jussanak. Az állati test erőforrását tevő folytonos égésnek oxidációi végtermékei a szénsav és a nitrogénes bomlástermékeknek egész sorozata (*húgyanyag, húgysavak, guanin* stb.), melyek az élet fenntartására többé nem alkalmasak, vagy éppen mérges hatásúak s mint bomlási salak a kilélekzett szénsavval s a kiválasztott vizelettel, mely a nitrogénes bomlástermékeken kívül még vizet és ebben oldott sókat is tartalmaz, az állat testéből kiürülnek.

Az előadottak alapján az állatok anyag- és energiaforgalma röviden a következőben összegezhető : az állatok a növényektől készített szerves vegyületeket veszik fel, ezeket áthasonítják és egyidőre testök alkatrészeivé változtatják, hogy az anyagban lekötött erők szabadbátételére oxidációval a szükséglethez képest szétbontsák szénsavra, vízre és nitrogénes bomlástermékekre, mely utóbbiak a levegőn kémiai átalakulások során, melyet külön baktériumok indítanak meg, végre ammónium- és nitrátsókká (salétromos, salétromsavas sókká) változnak.

A növények és állatok anyagforgalmának könnyű áttekintésére szolgáljon a 41. oldalon levő táblázat, amelyről meg kell jegyeznünk, hogy a növények lélekzését figyelmen kívül hagytuk. Ebből a rovatos összeállításból világosan kitűnik, hogy az állatok és növények táplálkozása és anyagforgalma mily szoros és szükségszerű kapcsolatban van egymással s hogy a kétféle szervezetek anyagai szakadatlan körforgalomban vannak : *a növényország az állatország számára szervetlen vegyületekből szerves vegyületeket készít, amelyekben energiát raktároz, továbbá oxigénnel látja el az állatoktól kiélt levegőt ; az állatország viszont a belélekzett oxigénnel szétbontja a növényektől készített s tőlük átvett szerves vegyületeket, hogy a bennök lappangó energiából az állati szervezet sokféle munkáinak végzésére szükséges erőket szabadítson fel, az oxidációnak kiválasztott végtermékei pedig a növények számára szolgáltatják azokat a szervetlen vegyületeket, melyekből ezek ismét az életre nélkülözhetetlen szerves vegyületeket, szóval élőanyagot készítenek.* Az előadottakból világosan kitűnik továbbá az is, hogy az állat- és növényvilág élete egymást szükségszerűleg föltételezi : *sem az állatélet nem tarthatná magát fenn Földünkön növényélet nélkül, sem a növényélet állatélet nélkül.*

Az élőlények anyagforgalma.

N ö v é n y			Á l l a t		
felvesz	készít és le- rak testében	kiválaszt	felvesz	készít és le- rak testében	kiválaszt
Szénsavat, nitrátokat, egyéb sókat és vizet	Szénhidráto- kat, zsirokat, proteinanya- gokat — sókat és vizet	Oxigént, el- párologat vi- zet	Szénhidráto- kat, zsirokat, és protein- anyagokat, vizet, sókat, oxigént	ezeket átha- sonítja s be- lölük készíti szöveteinek anyagait — sókat és vizet	Szénsavat, nitrogénes bomlástermé- keket, melyek az állati tes- ten kívül új vegyületekké, ammonium- és nitrátsókká változnak; sókat és vizet

Ha a természet ezen áhitatot ébresztő, csodálatos és magasztos berendezésében az élet első csirázására és megmaradására szükséges energia forrását keressük, úgy arra az eredményre jutunk, hogy ez a forrás nem Földünkön, hanem a mi bolygónkon kívül a Napban fakad és 148·1 millió km távolságból jut hozzánk : a napsugarak hatása alatt készülnek a növényekben az élet alapanyagának szerves vegyületei, melyek a Napból származó energiát akkumulátorok módjára raktározzák. A legparányibb mikrokokkusztól a pálmáig, a monasztól az emberig mindaz, ami él, a Napnak gyermeke. Fény nélkül a természet pusztá lenne, kihalt, élettelen ; a Földet elárasztó napfény az, ami életet fakaszt, érzést és gondolatot ébreszt (*Lavoisier*).

Az előadottak szerint az állatok és növények közti sarkalatos különbség a táplálkozásban, anyag- és energiaforgalomban van, mely a szervezetek két nagy csoportjában lényegesen különbözik egymástól és sok tekintetben egymással ellentétes. Ámde eszerint a különbség szerint mégsem osztható be valamennyi szervezet az élőlények két nagy országába. Mert mindaz, amit a növények táplálkozásáról előadtunk, a növényeknek ugyan túlnyomó, de mégis csak egy részére illik : t. i. azokra a növényekre, amelyek zöld *klorofillt*, azaz *levélzöldet*, vagy pedig, mint számos alsóbbrendű növény (pl. *Oscillariák*, *Fucoidák*, *Diatomeák*, *Florideák*) az üde fűzöld klorofillnak kékes, barnászöld, olajzöld, zöldesbarna, bőrbarna, aranyárga vagy biborpiros módosulatát tartalmazzák. Ez az élettanilag oly rendkívül fontos festőanyag, mely a növényeknek általános színezetét adja, többnyire azokat az apró, gömbölyded, vagy lencse- vagy lapított korongalakú testecskéket színezi, amelyeket klorofilltestecskéknek nevezünk. Ezeket a testecskéket pedig a földfeletti növényrészek felszínes rétegeinek sejtjei foglalják magukban kisebb-nagyobb számban. De vannak alsóbbrendű

növények is, melyeknek sejtjeiben a klorofill majd egyenes lefutású, majd spirálisan csavart szalagokat vagy csillagalakú testet alkot, vagy pedig egyenletesen színezi a protoplazma felszínes részét. Minket e helyen a klorofill annyiban érdekel, amennyiben határozottan tudjuk, hogy a növénysejteknek amaz alkatrésze, mely a fény hatása alatt felvett szervesetlen vegyületekből szerves vegyületeket tud készíteni: a növények klorofilltestei tehát azok a csodálatos parányi kémiai laboratóriumok, amelyek az egész élővilág számára áthasonítanak; mert mint fentebb kifejtettük, az állatok nem tudnak szervesetlen vegyületeket áthasonítani, hanem a növényektől készített szerves vegyületekre vannak utalva.

Hogy mily kémiai folyamatok játszódnak le a klorofillban az áthasonítás alatt, részleteiben mai nap még nincs teljesen kiderítve, csak azt tudjuk határozottan, hogy a napfény hatása alatt az első látható áthasonítási termék apró keményítő-szemcskék alakjában jelenik meg. Erről pedig könnyen meggyőződhetünk a következő kísérlettel. Vonjuk be egy élő levélnek egy részét valamely átlátszatlan réteggel, pl. staniol-lemezzel s hagyjuk jó ideig a napfényen. Vegyük azután le a staniollemezt, vonjuk ki a levélből a zöld festőanyagot alkohollal s mártjuk a levelet jóddal, melyről tudjuk, hogy a keményítőt megkékíti. Ha már most a levelet lemossuk, azt tapasztalhatjuk, hogy a levélnek ama részei, amelyek szabadon voltak a világosságnak kitéve, megkékültek, a staniollal elfedett részlet ellenben nem; mert itt nem képződött új keményítő, sőt az is eltávolodott, amely a klorofilltestekben a kísérlet előtt volt: a keményítőről ugyanis tudjuk, hogy sötétben átváltozik vízben oldódó cukorrá, mely a klorofill-testesekből a növénytest más részeibe szállítatik (33. ábra).



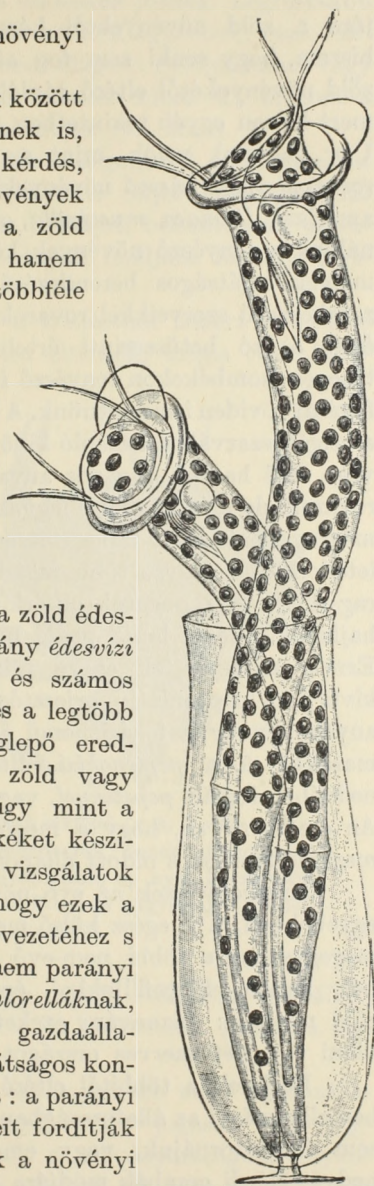
33. ábra. Jóddal kezelt levél, mely a világosságban való asszimiláció alatt a közepe táján staniollemezzel volt befedve; jódra a zöld festőanyagától borsszesszel megfosszított levél két vége, mely nem volt befedve, megkékült, a mi azt bizonyítja, hogy itt a fény hatása alatt keményítő képződött. $\frac{3}{4}$ természetes nagyságban. Strasburger növénytanából.

Elfogadva annak a tételnek helyességét, hogy csak a zöld klorofill- és némely másszínű módosulatai tudnak kémiai szintézissel szervesetlen vegyületekből szerves vegyületeket készíteni, szükségképpen fel kell tennünk, hogy mindazok a növények, amelyek klorofillt nem tartalmaznak, nem is tudnak közvetlenül áthasonítani. Ilyen növények pedig feleszámmal vannak. Még a virágos növények között is akadnak klorofilltalanok: ilyen pl. több *Orchidea* (*Neottia Nidus avis*, *Corallorhiza innata*, *Epipogon aphyllum*, *Limodorum abortivum*), a fenyőspárga (*Monotropa hypopitys*), az *Orobanchefélék*, az *aranka* (*Cuscuta*) stb., a virágtalanok között pedig az összes gombák. Iménti föltevésünkben nem is csalódunk: mert mindezek a klorofill nélkül szürkölködő növények képtelenek szervesetlen vegyületeket áthasonítani és táplálkozásukban, úgy mint az állatok, szerves vegyületekre vannak utalva. Ugyanis mindezek a növények vagy *paraziták*, melyek azoknak az állatoknak vagy növényeknek szerves anyagait veszik fel, amelyeken élőködnek, vagy pedig ú. n. *szaprofiták*,

amelyek rothadó vagy korhadó állati vagy növényi részek szerves vegyületeiből táplálkoznak.

Ismeretes dolog, hogy valamint a növények között vannak klorofill-tartalmazókon kívül szintelenek is, úgy az állatok között is vannak zöldszerűek: kérdés, vajjon ezek a zöld állatok nem tudnak-e a növények módjára áthasonítani? Feleletünk az, hogy a zöld állatok nagy részének színét nem klorofill, hanem ettől nagyon különböző festőanyag, esetleg többféle festőanyag keveréke, vagy interferencia-színek okozzák. Ilyenek pl. a zöld leveli béka, a mi zöld gyíkunk, számos más zöldszerű gyík, kígyó, madár és rovar. De ezekkel szemben van egy sereg alsóbbrendű állat, melynek zöld vagy sárga színét valóban tiszta klorofill vagy ennek sárga módosulata adja s ez a festőanyag olyan gömbölyded testecskéket színez, amilyenek a növény klorofill-testecskéi. Ilyen pl. számos édesvízi és tengeri örvényzőféreg (*Turbellaria*), a zöld édesvízi hidra, több tengeri anemone (*Actinia*), néhány édesvízi szivacs, több csillangós ázalékállatka (34. ábra) és számos sarkodós állatka (néhány améba, sok *Heliozoa* és a legtöbb *Radiolaria*). Pontos vizsgálatok arra a meglepő eredményre vezettek, hogy az állatoknak ezen zöld vagy sárga testecskéi, a fény hatása alatt, éppen úgy mint a növények klorofilltestecskéi, keményítőttestecskéket készítenek és oxigént választanak ki. Ámde beható vizsgálatok egyszersmind arra az eredményre is vezettek, hogy ezek a testecskék nem tartoznak az illető állat szervezetéhez s hogy voltaképen nem is klorofilltestecskék, hanem parányi egysejtű algák, melyek közül a zöldeket *Zoochlorelláknak*, a sárgákat *Zooxanthelláknak* nevezik, s ezek gazdaállatukba csak befészkeltek magukat s velők barátságos konzorciumban élnek, amely mindkét félre hasznos: a parányi algák az állati anyagforgalom bomlástermékeit fordítják saját táplálkozásukra s viszonzásul gazdáiknak a növényi anyagforgalom termékeivel kedveskednek. — Találónan jegyzi meg egy szerző (*Carus Sterne*), ki e sorok írójának idevágó vizsgálatait ismertette, hogy az ilyen állatok eleven veteménykertet ápolnak saját testökben. A tudományban ezt az érdekes konzorciális viszonyt *symbiosis* névvel jelölik.

Visszatérve ama fentebb említett klorofill nélküli növényekre, melyek, állatok mód-



34. ábra. *Cothurnia crystallina* (csillangós ázalékállatka), melynek protoplazmatestében apró egysejtű algák (*Zoochlorellák*, melyek a képen feketék, a természetben fényes smaragd-zöldek) tenyésznek. A talpas köcsög-alakú, szintelen hüvelyben hossz-irányú oszlás útján fejlődött ikerpár foglal helyet. 350-szer nagyítva. E. G. eredeti rajza.

jára a zöld növényektől készített szerves vegyületekből táplálkoznak, úgy hiszem, hogy senki sem fog afelett habozni, hogy ezeket a szervezeteket, a zöld növényekétől eltérő táplálkozásuk dacára is, a növényországba ossza be, mert hiszen egyéb tekintetben egészen a növények bélyegeit viselik magukon. Úgy vagyunk velök, mint az újabb időben méltán szenzációt keltett ú. n. *rovarevő* vagy *húsevő* növényekkel, amilyen pl. a már fentebb említett észak-amerikai *Dionaea muscipula*, a forró égövi *Sarraceniák* és *Nepenthesek* s a nálunk is tenyésző növények közül a *Droserák*, *Pinguiculák*, *Utriculariák* stb., melyek sajátságos berendezésű leveleikkel, vagy csapdaként szereplő külön zacskószerű szerveikkel rovarokat s egyéb apró állatocskákat fogdosnak, hogy őket a szó betűszerinti értelmében megegyék. Legyen elég példaképpen a tűzezes zsombékokon tenyésző *kereklevelű harmatfű* (*Drosera rotundifolia*) rovarfogását röviden ismertetnünk. A harmatfű leveleinek lapjából sűrűen merednek ki a csigák szarvához hasonló kinövések, melyeknek mirigysejtekkel fedett bunkós vége savi hatású ragadós anyagot választ el (v. ö. 22. ábra, 23. lapon). Apró rovarok, de még nagyobb legyek és pillangók is, mint madarak a lépesvesszőn, megragadnak ezen tapogatószerű képződmények bunkóin s menekülési kísérleteik közben egyre több ragadós bunkóval érintkeznek s egyre jobban megragadnak. A tapogatók az érintés ingerére valamennyien a vergődő rovar felé hajlanak, a levél lapja pedig behorpad s az áldozatot mintegy megmarkolja. Erre a mirigysejtek egyre több váladékot ömlesztnek, mely hangyasavon kívül ú. n. peptonizáló erjesztőanyagot (enzimát) tartalmaz, azaz oly emésztőanyagot, mely a fehérjenemű anyagokat oldékonyakká és felszívódásra alkalmasakká, ú. n. *peptonokká* változtatja s tehát megegyezik az állatok gyomornedvében foglalt *pepszinnel*, vagy a hasnyálmirigy váladékában levő *tripszinnel*. Az eredmény az, hogy a megfogott rovar lágy részei, akárcsak a gyomorban, megemésztetnek s oldott állapotban a levél sejtjei által felszivatnak.

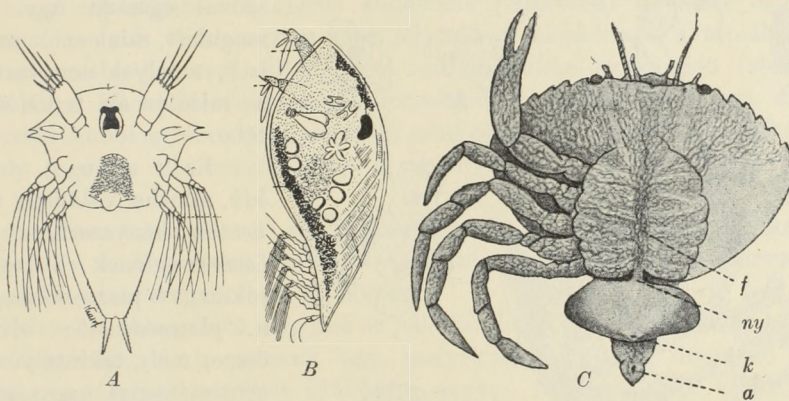
Minthogy ezek az evő növények, ragadozó természetűeket nem tekintve, egyebekben, t. i. egész külső megjelenésükben és belső szervezetükben, teljesen megegyeznek a többi nem-evő növényvel és nem is élnek kizárólag rovarokból, hanem klorofilljokkal éppen úgy tudnak áthasonítani, mint a többi zöld növény: bizonyára ezeket sem fogja senki a növényországból kiküszöbölni s a két szerves országot összekapcsoló átmeneteknek tartani.

Ezeknek a többiétől eltérő táplálkozású növényeknek bizonyos tekintetben ellenmásai az állatországban azok az élősdű állatok, amelyeknek sem szájuk, sem bélcsatornájuk, vagy emésztőüregök nincsen, hanem gazdájuk táplálónedvét élősdű gombák módjára szívják fel. Ilyenek pl. a *galand-* és *buzogányfejű férgek* (*Cestodes* és *Acanthocephali*), a *gyökérfejű rákok* (*Rhizocephala*) stb. Az előbbieket gazdaállatuk beléből, amelyben élnek, egész testfelületükkel szívják fel táplálékukat. Az utóbbiak fiatal korukban teljesen megegyeznek más alsóbbrendű rákokkal s szabadon kalandoznak a tengerben; ellenben kifejlődött állapotukban rövid nyéllel oda vannak növe valamely tarisznyarák, vagy remeterák utópótrohára; testök ekkor végtagok nélküli, ízeletlen, zacskószerű tömeg, mely jóformán semmi egyéb szervet sem foglal magában, mint nagyterjedelmű ivarszerveket, amelyekből a peték a testet körülburkoló tömlő-

szerű köpenybe s ennek egy kis kerek nyílásán a szabadba jutnak. Legfursább az, hogy ennek a fejlődése tanulmányozása nélkül minden egyébnek, csak ráknak nem tartható zacskónak a nyeléből sokszorosán elágazó gyökerekhez, vagy a gombák fonálhálózatához (*micelium*) hasonló fonalak nőnek ki, melyek a gazdaállat összes szerveit átjárják s nedveit kiszívják (35. ábra).

Nem szorul részletes bizonyításra, hogy ezek a degenerált szervezetek is valóságos állatok, amelyek az élődsi életmódhoz való teljes alkalmazkodás révén vesztették el az állatiság legfőbb bélyegeit, a szájat, bélcsatornát, érzékszerveket stb. s váltak táplálékukat élődsi növények módjára felszívó torzalakokká.

Mindezek a különös szervezetek, melyek a közéletből ismert állatoktól és növényektől táplálkozásukat tekintve annyira eltérnek, mégis csak hatá-



35. ábra. *Sacculina carcini* (a Rhizocephalákhoz tartozó rákfélé). *A* és *B* a *Sacculina* szabadon élő lárvái. *C* a *Carcinus maenas* nevű tarisznyarák; ennek utópotrohán (farkán) ül a kifejlődött, zacskóalakú *Sacculina*. *f* szívófonalak, *ny* nyél, *k* a zacskóalakú test nyílása, *a* a tarisznyarák alfelnyílása. *A* és *B* erősen nagyítva, *C* természetes nagyságban. Hertwig állattanából.

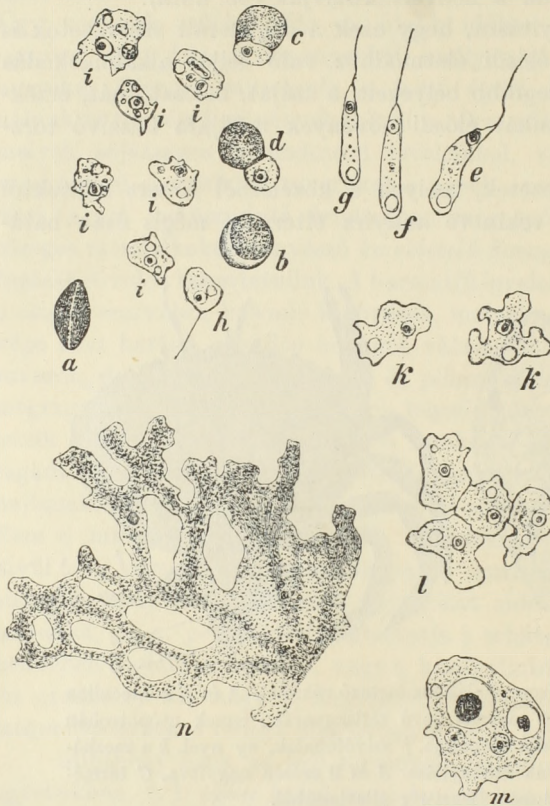
rozottan beoszthatók a szerves világ egyik vagy másik országába. Az állat- és növényországot összekapcsoló átmenetek nem is itt keresendők, hanem a legalsóbb szervezetek között.

Ilyen kétes természetű szervezetek pl. a *nyálkagombák* vagy *nyálkaállatok* (*Myxomycetes* vagy *Mycetozoa*), melyeket éppoly jogosan vagy jogtalanul sorolnak némelyek az állat-, mint mások a növényországba. Olyanféle kétes természetű élőlények ezek, mint a *Dubois*-tól Jáva szigetén fölfedezett fiatal pliocénkori *Pithecanthropus erectus*, melyről a zoologusok azt tartják, hogy csontmaradványai szerint már *nem lehetett állat*, az antropológusok pedig azt, hogy *még nem lehetett ember*.

Vizsgáljuk meg egy ily nyálkaállatooskának, pl. a *Chondrioderma difforme*-nak az életfolyását (36. ábra).

A *Chondrioderma* lehullott, rothadó, nedves leveleken s egyéb rothadó növényrészek között tenyészik. Fejlődése parányi keményhájú spórákból indul

ki, melyekből, kellő nedvesség jelenlétében, egyetlen hosszú ostorral ellátott egysejtű rajzók bujnak ki, amelyek apró ostoros ázalékállatocskáktól, nevezetesen Monadináktól nem különböztethetők meg. Ezen rajzócskák, egy idei élénk mozgás után, mozgatószervüket, azaz az ostorukat, a protoplazmatestükbe



36. ábra. A *Chondrioderma difforme* nevű micetozóá fejlődése. *a* kiszáradt, *b* felduzzadt spóra, *c* és *d* a spóra tartalmának kinyomulása, *e*, *f*, *g* ostoros rajzók, *h* mixamébává változó rajzó, *i* fiatalabb, *k* idősebb mixamébák, *l* négy, összeolvadásra készülő mixaméba, *m* kétmagú plazmódium üröcskében foglalt elnyelt testekkel, *n* ki-fejlődött plazmódium darabja. *a*—*m* 540-szer, *n* 90-szer nagyítva. Strasburger növénytanából.

visszahúzzák s amébaalakot öltve folytonos alakváltoztatással mászkálnak, idegen testeket az amébák módjára elnyelnek s megemésztenek, oszlással szaporodhatnak is, kedvezőtlen körülmények között pedig, pl. a víz beszáradásakor betokozzák magukat: szóval egészen úgy viselik magukat, mint azok az amébák, amelyek nem tartoznak a micetozóák fejlődésmenetébe.

Ezek az ú. n. *mixamébák*, mintha valamely társas-ösztön kényszerítené őket, összesereglenek s egyetlen sokmagvú plazmatömegbe, ú. n. *plazmódiumba* olvadnak össze, mely tekintélyes, több centiméternyi nagyságra növekedik, hálózatosan összefonódó nyulványokat tol ki, lassan, csúszva mozog s az útjába eső apró algasejteket és szerves törmeléket körül-folyva elnyeli; tehát egészen úgy táplálkozik, mint az állatok; eszerint a micetozoa fejlődésének améba- és plazmódium-szakán valóságos állat. De ez az állati élet nem tart sokáig, mert a plazmódium

bizonyos fejlettséget elérve kimászik termőtalajának a felszínére, ahol a *tömlősgombáké*hez (*Ascomycetes*) hasonlítható spóratermések sarjadzanak belőle, melyeknek burkán belül a protoplazmatest egy része hálózatosan összefüggő, rugalmas és higroszkópikus fonálzattá, úgynevezett *kapilliciummá* differenciálódik, más része pedig kemény héjjal körülzáródó spórákra esik szét, melyeket a spóratermés megrepedtével a kiduzzadó kapillicium szerteszét szór.

Vajjon hová osszuk be ezeket a felemás természetű szervezeteket?

Ha améba- és plazmódium-állapotukra fektetjük a fősúlyt, úgy állatoknak, ha meg a gombákéra emlékeztető spóraterméseikre, úgy növényeknek kell tartanunk. Ámde, ha az utóbbira határozzuk el magunkat, vajjon mit tegyünk azokkal a tömérdék nemben és fajban ismeretes egysejtű szervezetekkel, melyeket *sarkodés*, vagy *gyökérlábú állatocskák* (*Sarcodina* v. *Rhizopoda*) néven szoktunk összefoglalni? Hiszen a dolog lényegét tekintve mindezek csak abban különböznek a nyálkaállatocskáktól, hogy spóráik nem fejlődnek külön spóratermésben; mindenesetre jogosultnak látszik az a felfogás, hogy a sarkodés állatocskákat szoros rokonsági kapcsolat fűzi a nyálkaállatokhoz s hogy ezen közös származáson alapuló rokonsági csoportban a sarkodés állatocskák, a spóráképződés dolgában, a nyálkaállatocskáknál alacsonyabb fejlődési fokon állapodtak meg.

A nyálkaállatokéhoz hasonló kétes helyet foglalnak el a legalsóbb élőlények nagy sokaságában a *spórák állatoknak* (*Sporozoa*) nevezett egysejtű szervezetek, melyek mindannyian más állatokban élőködnek s táplálékukat gazdaállatuk nedveiből, száj nélkül, egész testfelületökkel egyszerűen felszívják (v. ö. 13. ábra, 14. l.). Mindenki az állatországba szokta őket beosztani, ámbar ez a beosztás semmi egyében nem alapszik, mint egyszerűen pusztá megszokáson: éppen oly jogosan sorolhatnók őket a növényországba a legalsóbb egysejtű gombák mellé.

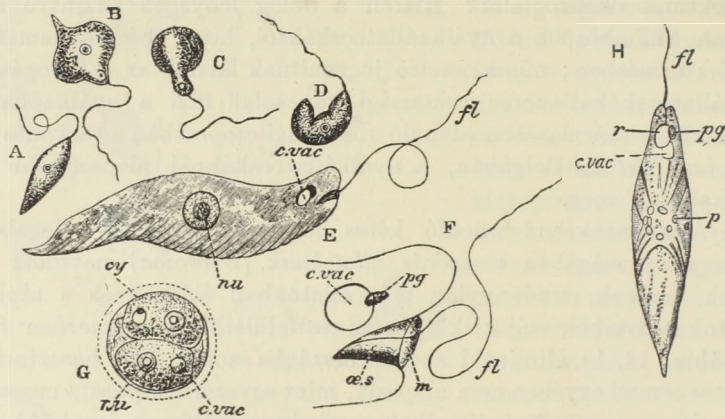
Éppen ilyen tanácstalanul állunk szemben az ú. n. ostoros ázalékállatokkal (*Mastigophora* v. *Flagellata*), ha arról van szó, hogy helyöket a szervezetek két országának valamelyikében kijelöljük.

Mindezeket az egysejtű lényeket az jellemzi, hogy egy vagy néhány hosszú, fonalas függelékök, ú. n. ostoruk van, melyeknek kigyózdó, örvényző vagy csapkodó mozgásaival helyöket többnyire nagyon fürgén tudják változtatni. Sokan közülök oly tökéletesen hasonlítanak az algák, mások alsórendű gombák rajzospóráihoz, hogy ezektől, fejlődésök tanulmányozása nélkül, lehetetlen megkülönböztetni; másokra a száj jelenléte s az elnyelt testek megemésztése nyom állati bélyeget.

Hogy adott esetben mily nehéz, sőt lehetetlen színt vallani, azaz ezeket a parányi élőlényeket az állat- vagy növényországba beosztani, szolgáljon meggyőző példa gyanánt az *Euglena viridis* meg a *Peranema trichophorum*, melyeket a rendszerezők az *Eugleninák* rendjébe osztanak be.

Az *Euglena viridis* (37. ábra) mindenütt közönséges ostoros állatka, mely pocsolyákban, árkokban, kútványukban, nyílt csatornáknak stb., különösen ha vizök bomlásban levő organikus anyagokkal szennyezett, oly tömérdelen mennyiségben szokott elszaporodni, hogy a vizet egészen zöldre festi. Az egyes Euglenák, mikor megnyult testtel fürgén uszálnak, parányi halacskákhoz hasonlíthatók; de nem tartják meg állandóan ezt az alakot, mert úszás közben időről időre meg-megállanak és eközben alakjukat, csaknem az amébák módjára, gyorsan változtatják, majd ismét megnyulva folytatják úszásukat. Testök, két végöket kivéve, tiszta klorofilltól smaragdöld és az egyetlen sejttagon kívül majd néhány, majd igen nagyszámú, parányi, párnaalakú, fényes testecskét tartalmaz, melyek a keményítőhöz nagyon közel álló anyagból, ú. n. *paramilumból* álla-

nak. A paramilum-testecskék az *Euglena* áthasonítási termékei, melyek a fény hatása alatt az *Euglena* klorofilljében úgy fejlődnek, mint a zöld növények klorofilltestecskéiben a keményítőszemecskék. A halacskához hasonló test mellső, úszáskor előre irányuló végéből egy hosszú ostor indul ki; ez alatt pedig



37. ábra. *Euglena viridis* (ostoros ázalékállatka). A, B, C, D szabadon mozgó s alakjukat változtató Euglenák gyengén nagyítva, E és H erősen nagyított példányok, F egy *Euglena* elülső testvége nagyon erősen nagyítva, G betokozott s tokján belül kettéoszlott példány, fl. ostor, c. vac. lüktető üregecske, nu. mag, pg. piros szemtok, m. száj, oes garat, p paramilontestecske. Kent, Klebs és Stein szerint.

szájnyíláshoz hasonló beöblösödés vehető ki, mely rövid kürtalakú csőbe, a garatcsőbe vezet. A garat mellett egy rubinpiros szemfolt s két váltakozva lüktető üregecske van, melyek tartalmukat a garaton át ürítik ki. A garatcsőnek ezenkívül valószínűleg még az is a feladata, hogy vizet juttat a protoplazmatestbe, de idegen testeket nem nyelnek el az *Euglenák*. Ki kell még emelnünk, hogy az *Euglenák* hosszirányú oszlással szaporodnak s ezt megelőzőleg kocsonyás burokkal veszik magukat körül; ha pedig a pocsolya kezd kiszáradni, betokozzák magukat s ily állapotban nem árt nekik a kiszáradás.

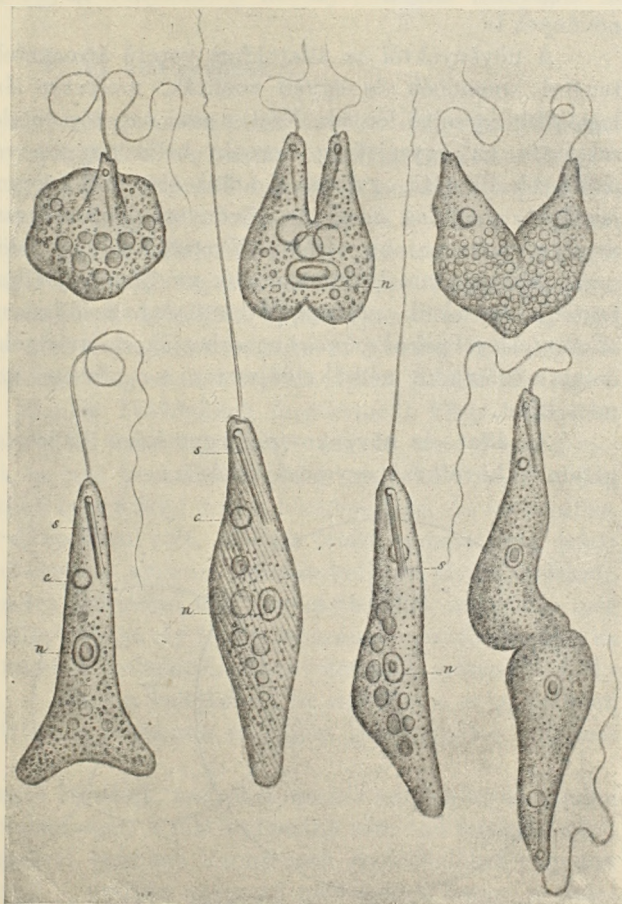
Tekintetbe véve, hogy az *Euglenák*, mint a zöld növények, a napfény hatása alatt klorofillal hasonítanak át és oxigént választanak ki, habozás nélkül állíthatjuk, hogy növények.

A *Peranemák* (38. ábra) az *Euglenákkal* együtt ugyanazon pocsolyában élnek, de nem oly tömegesen, hanem egyenként s nem a víz világos felszínén, hanem a fenekén, mert fényre nincs szükségük. Szervezetük csaknem egészen megegyezik az *Euglenákéval* s mint ezek, úgy a *Peranemák* is hosszirányú oszlással szaporodnak. De abban lényegesen eltérnek az *Euglenáktól*, hogy egészen színtelenek s ennek megfelelőleg nem is tudnak növények módjára áthasonítani, hanem az ostoruk alapján nyíló, erősen tágulékony garatjukkal más apró szervezeteket, többnyire *Diatomeákat* és *Euglenákat*, — melyekkel gyakran egészen tele vannak zsúfolva, — nyelnek el, ezeket testök belső, higabb plazmájában megemésztik, az emészthetetlen tápláléksalakat pedig — pl. a *Diatomeák* üres

kovapáncélát — hátsó testrészükön levő parányi, de nagyon tágulékony nyíláson át ürítik ki.

Ha az Euglenát, táplálkozása miatt, az imént növénynek deklaráltuk és következtetések maradunk, akkor a Peranemát, az Euglena klorofill nélküli hasonmását, állati táplálkozása miatt, nem lehet másnak mint állatnak tartanunk. Ime két egysejtű szervezet, melyet a rendszerben, zoologusok éppen úgy mint botanikusok, akarva nem akarva, kénytelenek egyazon csoportba sorolni, s amelyek közül az egyik növény, a másik pedig állat!

És ugyanez áll más ostoros állatkákról is, így pl. a *Peridineák* nagyon élesen körülírt természetes csoportjáról, melynek legtöbb képviselője, ritkábban tiszta zöld klorofillal, többnyire annak másszínű módosulatával hasonlít át, míg a kisebbségben levő szintelenek esznek és emésztenek; sőt újabb vizsgálatok szerint a klorofillal áthatósított *Peridineák* is nyelnek el idegen testeket. Az állati meg növényi bélyegek még jobban egymásba vannak bonyolítva a *Chrysomonadináknak* szintén egészen természetes csoportjában. Ezeknek legtöbbje két lemez- vagy szalagalakú arany- vagy okkersárga festőanyag-testével hasonlít át: de akadnak köztük olyanok is, — ilyen például az *Ochromonas mutabilis*, — amelyek nem érik be a növényi áthatósítással, hanem alkalmasan nekiesnek egysejtű algáknak, különösen a Diatomeák- és Chlamydomonasoknak, amelyeket elnyelnek és megemésztenek. Mindezekből azt az igazságot vonhatjuk le, hogy a szerve-



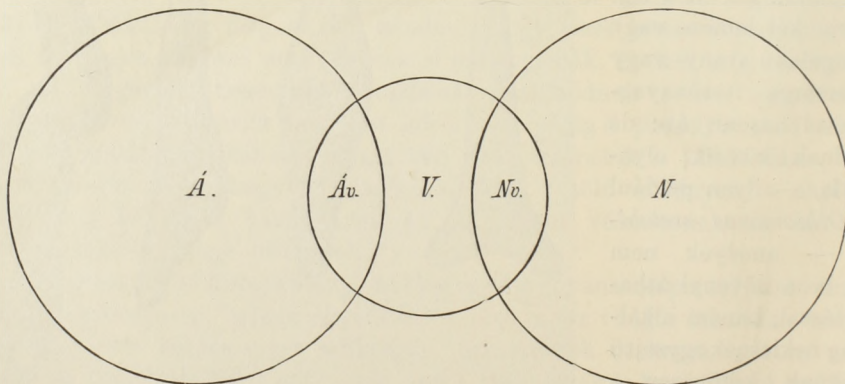
38. ábra. *Peranema trichophorum*. A felső sorban baloldalon az első alakját amébaszerűleg változtató, a második és harmadik oszlo egyén; az alsó sorban a három első szabadon úszik, a negyedik pedig az oszlás utolsó fázisában van, amikor az oszlási felek ellenkező irányban fordulva, egymástól elválni készülnek. Erősen nagyítva. Stein szerint.

zetek legalsó lépcsőjén nincs éles különbség állat és növény között, hanem a két szerves ország megszakadás nélkül kapcsolódik szorosan egymáshoz.

Nagyon határozottan fejezte ki ezt az igazságot már kétezer évnél jóval előbb, persze a tudás akkori állása szerint, *Aristoteles*: »A természet lépcsőről lépcsőre haladva jut a lélektelenektől az állatokig, úgy hogy a közvetítőknak határát és egymáshoz való tartozását nem határozhatjuk meg. A lélektelenekre a növények következnek, melyek az életnek különböző fokozatát mutatják: egészben véve, a többi tárgyakkal összehasonlítva, mintegy lélekkel látszanak bírni, az állatokhoz hasonlítva azonban lélektelenek. A növényektől az állatokhoz vezető átmenet szakadatlan: vannak tárgyak a tengerben, melyekről nehéz eldönteni, vajjon állatok-e inkább, vagy pedig növények?»

A növényektől az állatokhoz vezető átmenetek persze nem a szivacsok, tengeri anemonék és egyéb zoofiták, melyekre *Aristoteles* gondolt, hanem a legalsóbb egysejtű lények. Ezek a mai nap töméntelen nemben és fajban ismeretes és az egysejtűség keretén belül nagyon változatos szervezetű apró élőlények alkotják együttesen amaz átmeneti csoportot, ha tetszik, harmadik országot, mely az állat- és növényországot szorosan egymáshoz kapcsolja s amelyet már fentebb *véglény* (*Protista*) névvel jelöltünk. A véglények közül pedig azokat, amelyek növények módjára táplálkoznak, miként szintén már fentebb kiemeltük, *növényi* (*Protophyta*), az állati módon táplálkozókat pedig *állati véglényeknek* (*Protozoa*) nevezhetjük, de amelyeket, mint éppen kifejtettük, erőszak és önkény nélkül elválasztani s a növény- vagy állatországba beosztani nem lehet.

Az állat- és növényország egymáshoz kapcsolódásának érzékítésére szolgáljon a következő egyszerű szkéma:



39. ábra. A szerves világ kapcsolata vázlatosan előtüntetve. *Á* az állatország, *N* a növényország, *V* a véglények köre, mely egyrészt (*Nv*) a növényországba, másrészt pedig (*Áv*) az állatországba csap át.

Mindenkiben, aki tisztában van azzal, hogy a természet összes jelenségei között oki összefüggés van, továbbá tisztában van azzal is, hogy a tudomány

legfőbb feladata az oki vonatkozások kifürkészésében és megállapításában van, szükségképpen felébred az a kérdés, hogy mi az oka annak, hogy az élőlények, melyek a magasabb fokozatokon oly lényegesen különböznek egymástól, sőt sok tekintetben egymásnak ellentétese, a legalsóbb fokozaton szorosan egymáshoz kapcsolódnak és valamennyien együtt egy nagyszerű egészet alkotnak? Feleletünk e kérdésre csak az a föltevés lehet, hogy az egész élő világnak közös az eredete s hogy a legelső még indifferens csirákból — melyek a mai nap élő legalsóbb véglényekhez, a mikrokokkuszkokhoz állhattak közel — fejlődtek évmilliók hosszú során azok a nemzedékek, amelyekből végre fokozatos tökéletesedéssel és határozott, ma még ismeretlen törvények szerint való differenciálódással bontakozott ki egyik irányban a növény-, másik irányban az állatország.

V. Az élet eredete.

Az előző fejezet végén jogosan szólhattunk az élet *első* csiráiról, mert mindaz, amit különböző irányú, különösen asztronómiai, asztrofizikai és geológiai bűvárlatok alapján a Föld fejlődéséről tudunk, ama *Kant-Laplace*-féle felfogás helyessége mellett szól, amely azt tanítja, hogy ez a mi anyaföldünk, a mi világunk, bolygótársaival együtt, a Napnak szülötte, s amennyiben anyagát a Naptól kapta, nem lehetett kezdetől fogva arra alkalmas, hogy rajta szervezetek éljenek. »Volt idő, amikor földgömbünk éppen olyan tüzes tömeg volt, mint anyja, a Nap, mely izzó anyagainak sugaraival jelenleg is melegít és világít nekünk. Abban az időben még azok a legkeményebb kőzetek és legszilárdabb fémek is, melyek jelenleg Földünknek megdermedt kergét alkotják, tüzes-folyékonyak voltak s a Föld ezen folyékony magvát izzó gázok atmoszférája fogta körül. Ennek az izzó keveréknek pedig, mely hatalmas hullámzással mozgott, keringett, több ezer foknyi volt a hőmérséklete. Az a tényállás, hogy Földünk egykor oly állapotban volt, melyen óriási hőmérséklete miatt egy csepp víz sem képződhetett s amikor mindazokról az életfeltételekről, melyeket ma mint a szervezetek létezésére nélkülözhetetleneket ismerünk, még szó sem lehetett, ez a tényállás örökké oly fontos mozzanat marad, amellyel az élet eredetével foglalkozó minden spekulációnak okvetetlenül számolnia kell.«

Honnan ered az élet, — hogyan keletkezett az első élet a még élettelen Földön, — vajjon ismétlődött-e a keletkezés és vajjon keletkeznek-e még mai nap is élőlények?

Mindezek oly érdekfeszítő kérdések, melyekre, ámbár mindenütt és minden időben foglalkoztatták az emberiséget, a mai tudomány sem tud feleletet adni. Az élet eredetének problémájával szemben bizony csak spekulációkra vagyunk utalva, melyek közül a legrégebb, nyilván egyszerű naivságánál fogva, a tudományos körökön kívül itt-ott ma is hitelre talál, egyes újabbak pedig szellemességekkel vesztegethetnek meg, anélkül hogy megismerési vágyunkat kielégítenék. Amit ez idő szerint határozottan tudunk, mindössze csak annyi, hogy mindama kísérletek, melyeket ez irányban végeztek, arra az eredményre vezettek, hogy élettelen anyagból, a szervezetek testén kívül, élőlények nem keletkezhetnek, azaz hogy minden élő élőtlől származik, miként ezt *Harvey*

már ezelőtt több mint harmadfél századdal e szavakkal fejezte ki: *minden élő petéből lesz, — omne vivum ex ovo*, mely sokszor idézett híres mondást ma rendesen a *Virchow*tól módosított alakjában szoktunk emlegetni: *minden sejt sejtéből lesz, — omnis cellula e cellula*.

A természettudományok gyermekkorában, midőn a csodákban való hit lidércként nehezedett a tudomány emberére is, melytől nem tudott szabadulni; midőn mindama jelenségek okát, melyeket az ismeretek hiányossága miatt közvetetlenül megmagyarázni nem lehetett, természetfölötti erők szeszélyes játékára vezették vissza: igen természetes, hogy az élőlényeknek bizonyos körülmények között, látszólag egyszerre, töméntelen mennyiségben való megjelenését csakis a szülék nélküli *elsődleges keletkezés, öntermődés, ősnemzés* (*generatio spontanea, aequivoca, originaria, primaria, autogonia* stb.) feltevésével vélték megmagyarázhatónak.

Aristoteles szerint nemcsak alsóbb állatok, férgek, rovarlárvák stb. keletkeznek öntermődéssel, hanem még az angolnákról is azt állítja, hogy iszapból lesznek.

Ovidius Metamorphosisaiban ugyanezt mondja a békákról:

Semina limus habet virides generantia ranas.

Más helyen meg, a közfelfogást híven visszaadva, azt állítja, hogy a vízben szétázó testek apró állattokká változhatnak:

Nonne vides quaecunque mora fluidoque liquore
Corpora tabuerint in parva animalia verti?

Virgilius Georgiconában olvasható, hogy a méhek döghúsból keletkeznek. S ez a mese hosszasan fenntartotta magát. *Bochartus*, 1675-ben megjelent *Hierozoicon* című munkájának tanúsága szerint, már azt is tudja, hogy a dolgozó méhek tulkok, a herék lovak, a lódarazsak öszvérek, az apró darazsak szamarak holttestéből lesznek. Talán mondanunk sem kell, hogy mindez durva tévedésen alapszik: a holttestekben csakugyan fejlődnek, persze nem méhek és darazsak, hanem ezekkel összetéveszthető legyek, amelyek azonban korántsem öntermődéssel keletkeznek, hanem lerakott petékből fejlődnek.

A tudatlan, babonás középkor természetesen a legtágabb terjedelemben hitt az öntermődésben: a poshadó víz a legkülönbözőbb állatoknak ad életet; egyenkint láthatatlan, de gyorsan elszaporodva, nagy úszó pázsitokat alkotó algák a békák nyálából és halak nyálkájából lesznek; a fák kérgét bevonó zuzmók, mohok, gombák a fák nedveiből keletkeznek; ugyanígy keletkeznek a csapássá szaporodó hernyók is; más kártékony állatokat s a gombákat a föld termékenyítő párája hozza létre; a gyümölcsökben és gabonákban élő nyüvek a növények nedveiből, az állatok s az ember külső és belső parazitái pedig a verejtékből, megromlott nedvekből, nyálkából stb. fejlődnek; sőt még békák, szalamanderek s egyéb undok állatok is teremhetnek az ember gyomrában; de a levegő is termelhet állatokat, amelyek azután rovar-, béka-, haleső alakjában hullanak a földre. *Albertus Magnus*, korának legnagyobb természetudósa szerint († 1280), a nők hajszálaiból kigyók fejlődhetnek. A sokkal később élt híres *Athanasius Kircher* († 1680) pedig pontos receptet ad arra, hogy hogyan lehet szárított kigyók porából szorgalmas öntözéssel apró kigyókat nevelni.

A vízbe hullott lószőrök is megelevenedhetnek, s mint *Gesner* 1557-ben írja, a közfelfogás szerint ezekből lesznek a húrférgek (*Gordius*), amelyeket *vízi borjúknak* is neveznek, mert a borjak, ha olyan vízből isznak, melyben ilyen férgek tanyáznak, lesóványodnak s el is pusztulnak.



40. ábra. A májmétely (*Distomum hepaticum*) fejlődése. *A* lárva (u. n. *Miracidium*), *B* fiatal sporociszta, csirasejtekkel és fejlődő rediákkal, *C* idősebb sporociszta, rediákkal, *D* redia, melynek belsejében ismét rediák fejlődnek, *E* redia, amelyben cercáriák fejlődnek, *F* cercária, *G* fiatal *Distomum*. *A* szemfolt, *D* bél, *Dr* mirigy, *Ex* a kiválasztó szerv főtörzsének csillangói, *Kz* csirasejtek, *N* idegrendszer. Valamennyi nagyítva. Leuckart szerint.

Az ilyenféle képtelenségekkel legelőször *Francesco Redi* pisai orvos szállott szembe, aki 1638-ban kísérletileg bebizonyította, hogy az úgynevezett *húsférgek* (*Helcophagi*) nem egyebek, mint légylárvák, amelyek csak akkor fejlődhetnek ki, ha a legyek a húshoz hozzáférhetnek és petéiket rárakhatják: sűrű szunyogháló mögött nem nyüvesedik meg a hús. Csaknem ugyanezen időben mutatta ki a hollandi *Swammerdam* számos alsóbb állatról, hogy nem öntermődéssel jő létre, hanem petékkel szaporodik. Ugyanezt mutatta ki *Redi*

tanítványa, *Vallisneri*, több gyümölcsben, *Réaumur* pedig a gubacsokban élő kukacokról.

Ezek, valamint az ezek nyomán járó hasonló vizsgálatok egyre szűkebbre szorították az öntermődés területét, úgy hogy a múlt század első felében már csakis a bélérgékekről meg a legalsóbb szervezetekről hitték még, hogy öntermődéssel keletkezhetnek.

Ma senki sem hisz többé a bélérgégek öntermődésében. Mert kitűnő bűvárok fáradságos vizsgálatai alapján egy sereg belső parazitának ismerjük az egész fejlődésmenetét; nevezetesen tudjuk, hogy ezek is petékkel szaporodnak, amelyekből a kifejlődöttektől többnyire egyben-másban sokszor nagyon lényegesen eltérő alakú és szervezetű lárvák fejlődnek, amelyeknek az életmódja is egészen más mint a kifejlődötteké, amennyiben vagy szabadon élnek a vízben, vagy pedig egészen más gazdáikban mint a kifejlődöttek; tudjuk továbbá, hogy ezekből a lárvákból, vagy ha ezek is szaporodásképesek, ami elég gyakori, ezeknek utódaiból fejlődik ki végre valamely más gazdaállatban az ivarérett nemzedék.

Szolgáljon ilyen bonyolódott fejlődésnek, egyben pedig annak demonstrálására is, hogy mennyire elburkolja az öntermődés látszata a való tényállást, például a májmétely (*Distomum hepaticum*) (40. ábra).

Ez a 2—3 cm hosszú, tökmagalakú féreg leggyakrabban a juhok és kecskék, ritkábban a szarvasmarhák, sertések, lovak stb., még ritkábban az ember májának az epejárataiban élőszkodik és az ú. n. *mételybetegséget* (*májrothadást*) okozza, melyben gyakran egész nyájak pusztulnak el. A kifejlődött májmételyek hermafroditák s töméntelen mennyiségű (20—40.000), apró, keményhéjú, termékenyített petét raknak le, melyek a gazdaállat ürülékével jutnak a szabadba, ahol kiszáradva is hosszasan fejlődésképesek maradnak. A legelőn szét-szóródó peték közül azokból, amelyek szerencsésen vízbe, pl. valamely réti mocsárba, réti itató-medencébe kerülnek, kibúvik a csillangós ázalékállatkához hasonló parányi lárvá, az ú. n. *miracidium*, mely mindaddig fürgőn úszkál a vízben, míg ráakad a *Limnaea minuta* nevű kis mocsári csigára, amelynek puha bőrén át befúrja magát s végre eljut a csiga májába, ahol állandó tanyát üt: megvedlik s átalakul csiratömlővé, ú. n. *sporocisztává*. A sporociszták izmosfalú zárt tömlők, melyeknek belseje buroknélküli sejtekkel van kitöltve; ezek a sejtek voltaképpen nem egyebek mint peték, amelyekből termékenyítés nélkül a *redianak* nevezett másik lárvanemzedék fejlődik ki, mely a tömlő megpukantával kiszabadul, de a csiga máját nem hagyja el. A rediák, melyeknek megnyúlt teste hátul két kisebb oldalsó s egy nagyobb közepett álló karélya, vagy csücsökbe van kihúzva, főleg abban különböznek a sporocisztáktól, hogy szájuk és vakon végződő, rövid belök meg egy szülőnyílásuk van. Belsejökben, egészen úgy mint a sporocisztákban, új nemzedék fejlődik; ezek az ú. n. *cerkáriák*, melyeken, bár nagyon parányiak, már felismerhető a mételyféreg, csak hogy ennek a lárvaalaknak a teste hosszú, izmos farkot visel. Ez a fejlődésmenet azokban a csigákban, amelyek ősszel fejlődtek, még azzal komplikálódik, hogy a rediák télen át néhány nemzedékben nem cercáriákat, hanem ismét rediákat hoznak létre s csak tavasszal fejlődnek ki a cercáriák. A cercáriák a

redia szülőnyílásán át kiszabadulva elhagyják a csigát s mozgékony farkukkal egy ideig vígan evickélnek a vízben; később valamely vízinövényre telepednek, farkukat elvetik, gömbbé húzódva betokozzák magukat s várják azt a jó szerencsét, hogy juh, vagy valamely más, fejlődésükre alkalmas emlős a fűvel vagy az ivóvízzel elnyelje. Amelyik a közül a tömérdek, szabad szemmel láthatatlan mételylárva közül, melyek ilyen fertőzött réti mocsárban vannak, ebben a nagy szerencsében részesül, a vékonybél elején (a nyomóbélben, duodenum) elhagyja tokját s az epevezetéken át bevándorol a májba, ahol gazdagon táplálkozva, gyorsan kifejlődik ivarérett mételyféreggé.

Valóban nem csodálkozhatunk azon, hogy mielőtt *Leuckart* fáradozásai ezt a bonyolódott fejlődésmenetet ki nem derítették, úgy a kifejlődött mételyféregéről, melyeknek a májba való jutása egészen megmagyarázhatatlannak látszott, mint a csigákban fészkelő »féregket nemző tömlőkről« nem lehetett egyebet képzelni, mint csak azt, hogy ott helyben öntermódással jöttek létre.

A belső élősdiek keletkezésénél még sokkal rejtélyesebb a szabad szemmel láthatatlan parányi szervezeteknek hirtelen töméntelen mennyiségben való megjelenése.

Mindenki tapasztalhatta már, hogy az ideiglenes esőpocsolyák rövid idő alatt megzöldülnek. Ezt a megzöldülést ostoros véglények, leggyakrabban a fentebb említett *Euglenák* okozzák, melyeknek milliárdjai hemzsegnak a pocsolyákban. Azt is tudja mindenki, hogy a szőlő kisajtott leve már néhány óra múlva megzavarodik, forrni, erjedni kezd, minek az a végeredménye, hogy az édes must borrá változik. Ma már köztudomású dolog, hogy a must erjedését a mustban töméntelen mennyiségben tenyésztő egysejtű lények, az ú. n. erjesztőgombák (*Saccharomyces ellipsoides*) okozzák, melyek a cukrot átválttatják szénsavra, mely pezsgéssel ellillan, és a szőlőlében maradó alkoholra. Köztudomású dolog továbbá az is, hogy az újabb tudomány azt is kiderítette, hogy minden más erjedést, a rothadást, valamint a ragályos és fertőző betegségeket igen parányi szervezetek (*bakteriumfélék, ostoros és spórás véglények*) okozzák, melyek milliárdonként vannak az erjedő és rothadó anyagokban s a beteg szervezetekben.

Bármennyire rejtélyes legyen is a parányi véglényeknek látszólag egy csapásra való tömeges megjelenése s bármennyire viselje is magán hirtelen való fellépésük az öntermódás látszatát, mégis csak ezekre is áll a *Harvey-féle* »*Omne vivum ex ovo.*« Ugyanis kiváló bűvároknak (*Ehrenberg, Schwann, Milne-Edwards, Schultze, Helmholtz, főleg pedig Pasteur* stb.) elmésen konstruált készülékekben a leggondosabban végzett és szigorúan ellenőrzött kísérletei arra az eredményre vezettek, hogy teljesen sterilizált anyagban s a fertőzés lehetőségének kizárásával a tenyésztésre különben kedvező körülmények között sem fejlődnek véglények.

A véglényeknek látszólag egyszerre való tömeges megjelenését megmagyarázza megdöbbentő nagy szaporaságuk. Egyetlen *Vorticella* utódainak száma, föltéve hogy minden nemzedékbeli egyén hat óra alatt egyszer oszlanék — s ez a lehetőséggel nem ellenkezik, — föltéve továbbá, hogy a megélhetést és akadálytalan szaporodást biztosító körülmények nem hiányzanak, a hetedik nap

végén 268.435.456 lenne. De ezt az óriási szaporaságot is messze túlszárnyalja a baktériumoké. Egy baktérium, tenyésztésére kedvező körülmények között, minden félóránál kettéoszolhat s ehhez képest 24 óra leforgása alatt kerek-számban mintegy 75.000.000.000.000-ra, oly óriási számra szaporodhatik, amelyet nemhogy elképzelni, hanem hirtelenében még csak kimondani sem igen tudunk. Annak pedig, hogy mindenütt ott azonnal megjelennek, ahol a körülmények tenyésztésükre kedvezők, az a magyarázata, hogy végtelen parányi és mérlegeletlen kis súlyú spóráik és tokjaik, melyek a kiszáradásnak hosszú ideig ellenállanak, mint különösen Pasteur vizsgálatai bizonyítják, mindenütt el vannak terjedve a levegőben.

Annak, hogy a véglények tenyésztése mindennek dacára korlátozott, az az oka, hogy életigényeik nagyon specializáltak, s hogy gyakran nagyon bonyolódott fejlődéseket csak bizonyos határozott körülmények szerencsés találkozása és összejátszása teszi lehetővé. Ez áll különösen az élősd véglényekről, amelyek más szervezeteknek legelrejtettebb testrészeiben egészen az öntermődés látszatával jelennek meg.

Szolgáljon erre például a *Plasmodium* (*Haemamoeba*, *Laverania*) néven ismeretes spórállatocska (41. ábra), melynek több faja (pl. *praecox*, *vivax*, *malariae*, stb.) okozza, — *Laveran*, *Ross*, *Grassi-Feletti*, *Koch*, *Jancsó* és más bűvárok vizsgálatai szerint, — a váltóláz vagy malária különböző formáit. Ez a véglény a váltólázban betegek piros vérsejtjeiben élősködik s ezeknek elpusztításával idézi elő a súlyos megbetegedést. A *Plasmodium* kezdetben alakját amébaszerűleg változtató parányi sejtecske, amely a piros vérsejtben gyorsan növekedik s kifejlődve nagy részét kitölti; erre együttes oszlással feldarabolódik, fajok szerint változó számú, apró, csupasz spórákra, melyek a széteső vérsejtet elhagyva, más vérsejtbe fúrják be magukat. A spórák szétraajzása egészen szabályos (24, 48, 72 órai) időközökre esik, melyet a beteg lázrohama jelez. A vérsejt infekciója ily módon számos nemzedéken át folytatódik, míg végre az egyre szaporodó számú Plasmodiumok nem esnek szét spórákra, hanem megnövekednek és félholdalakú testek alakjában szabadulnak ki a vérsejtekből. Ezek konjugációra szánt sejtek, amelyek nem az embervérben, hanem a vérszívó nőtény szúnyogokban (a hímek tudvalevőleg nem szívnak vért) kelnek egybe; de nem akármely fajú szúnyogban, hanem csakis az *Anopheles*-nem fajaiban. A félholdalakú testek egy része elgömbölyödik s mintegy petesejtté, ú. n. *makrogametává* válik, másik részéből pedig élénken mozgó finom fonalak, ú. n. *mikrogameták* sarjadzanak ki, melyek leválva a makrogametába hatolnak s ezt megtermékenyítik. A megtermékenyített makrogameták, ú. n. *ookineták*, befúrják magukat a szúnyog belének falába; itt erősen megnövekednek s magukat betokozzák (*sporoblastok*), hogy plazmatestök végre nagyszámú apró spórára (*sporozoitra*) essék szét, amelyek a felpukkant tokból a szúnyog testüregébe jutnak, innét pedig a szúnyog nyálmirigyeinek sejtjeibe fúrják be magukat, ahol finom orsóalakú szála csák alakjában egész kévéik várják a kedvező szerencsét: t. i. azt, hogy a szűrő szúnyog nyálával az ember vérebe jussanak; a szerencsésen idekerült szálas sporozoitok összehúzódnak s kis amébák alakjában behatolnak a piros vérsejtbe, hogy az imént tárgyalt fejlődésmenetet megkezdjék.

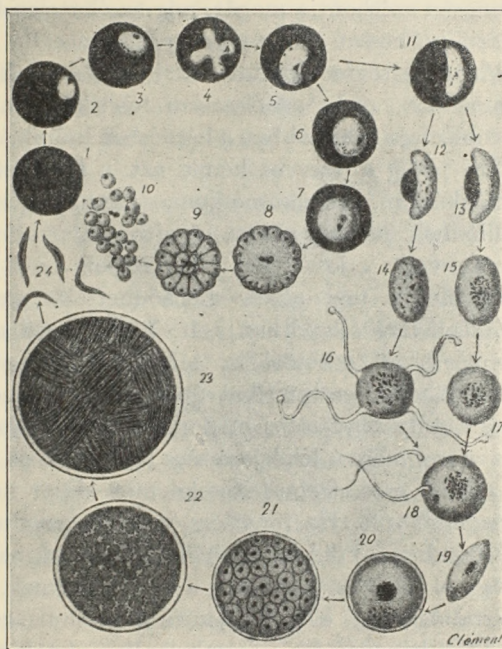
Azok a fáradságos vizsgálatok, melyek a maláriát okozó parazitának bonyolódott fejlődésmenetét kiderítették, ismét egy öntermődésnek látszó keletkezést lepleztek le; mert a parányi parazitának oly rejtett helyen, az ember vérének piros sejtjeiben való fejlődését bizonyára hajlandók lehetnénk első pillanatra öntermődésnek tartani s legkevésbé sem csodálkozhatunk azon, hogy *Gaule*, aki 1880-ban legelőször írt le a malária parazitájához közel álló vérsejt-parazitát a béka vérsejtjeiből, úgy fogta fel a dolgot, hogy az a vérsejtek állományából képződik.

Mint hogy mindazok a kellő óvatossággal és pontossággal végzett vizsgálatok, melyek újabb időben az öntermődés létezésének vagy nemlétezésének megállapítását tűzték ki feladatuk, arra az eredményre vezettek, hogy az öntermődésnek látszó legmeggyőzőbb esetek is csak csalódáson alapszanak: sokan az öntermődés kérdését véglegesen eldöntöttnek tekintik; mások ellenben (*Haeckel*, *Nägeli* stb.) még mindig nyílt kérdésnek tartják. *Nägeli* egyenesen kimondja az alternatívát: vagy öntermődés népesítette be a Földet, vagy pedig csoda. A való tényállás az, hogy az eddigi kísérletekkel elért negatív eredmények nem zárják ki annak a lehetőségét, hogy valamikor lehettek, vagy éppen kellett is lenni Földünkön oly kedvező

körülményeknek, amelyek alatt élettelen anyagból legalsóbbrendű élőlények képződtek s ha ez valamikor lehetséges volt, úgy nem zárható ki annak feltevése sem, hogy jelenleg is képződhetnek; folytatott kísérletezéssel végre is rá kell akadnunk azokra a kedvező körülményekre, amelyek között öntermődés egyáltalában lehetséges: hiszen jelenleg csakis azokat a körülményeket ismerjük, amelyek között az élettelen anyag meg nem elevenedhetik.

Ezen felfogásokkal szemben kiváló természetbúvárok szellemes hipotézisekkel iparkodnak az élet eredetének kérdését megoldani, vagy legalább a probléma megoldásához közelebb jutni.

Vessünk egy rövid pillantást csak egynéhányra ezek közül a hipotézisek közül.



41. ábra. A váltólázatot okozó *Plasmodium* fejlődése. 1—10 az ember vérében, 11—18 a szúnyog gyomrában, 19—23 a szúnyog gyomorfalában, 24 a szúnyog nyálmirigyében élő fejlődési alakok. Valamennyi erősen nagyítva.

Az egyik hipotézis, melyet *Pflüger* fejtett ki, azt tanítja, hogy az élő anyag nem egyszerre keletkezett, hanem idők hosszú során, lassanként, fokozatosan fejlődött. Ez a felfogás abból a kétségbe nem vonható tényállásból indul ki, hogy az élő anyag, a protoplazma, fehérjenemű vegyületekből áll, amiből az következik, hogy az élet fehérjéken alapszik. Az élő fehérjének az élettellel szemben, amilyen például a tojásfehérje, az a legfőbb jellemző tulajdonsága, hogy a molekuláiban lévő oxigénnel, melyet a levegőből vesz fel, önmaga folytonosan szétbontja magát, míg az élettelen fehérje kedvező körülmények között bármily hosszú ideig változatlan marad. Kémiai szerkezetét illetőleg pedig, *Pflüger* feltevése szerint, az jellemző az élő fehérjére, hogy ciángyököket (CN) tartalmaz, mely az élettelen fehérjében nincsen. »Az élő anyag eredetének problémája tehát abban a kérdésben kulminál: hogy miképpen fejlődött a cián? Erre pedig a szerves kémia azt a feleletet adja, hogy a cián és vegyületei (ciánkálium, ciámmonium, ciánhidrogén, ciánsav stb.) csak izzó hőben fejlődnek, például akkor, ha nitrogéntartalmú vegyületeket izzó szénnel hozunk össze, vagy a keveréket fehér izzásig hevítjük. Nyilvánvaló tehát, hogy ciánvegyületek már akkor képződhettek, amikor Földünk még egészen vagy részben izzó állapotban volt. Ehhez járul még az is, hogy a fehérjének egyéb lényeges alkotórészei is, mint szénhidrogének, alkoholgyökök stb., szintén képződhetnek szintetikai úton magas hőmérsékletben. Mindezekből látnivaló, hogy mily csudálatos módon utalnak a kémiai tényállások a tűzre, mint arra az erőre, mely a fehérje összes alkotórészeit szintézissel létrehozta. Az élet tehát a tűzből ered s alapfeltételei már akkor megvoltak, amikor a Föld még izzó tűzgolyó volt. Ha fontolóra vesszük ama megmérhetetlen hosszú időszakokat, melyekben a Föld felszínének lehűlése véghetetlen lassan létesült, úgy föltehető, hogy a ciánnak s azoknak a vegyületeknek, melyek cián- és szénhidrogéneket tartalmaznak, elég idejük és alkalmuk volt kémiai átalakulásokra és polimeriák képződésére irányuló hajlamuknak a legnagyobb mértékben való kielégítésére, meg arra, hogy oxigénnek és később víznek és sóknak közreműködésével ama magában bomlékony fehérjébe menjenek át, amely már élő anyag. Eszerint föltehető, hogy már az első fehérje, amely képződött, élő anyag volt, mely el volt látva avval az erővel, hogy hasonnemű alkatrészeket magához vonzzon, molekuláiba kémiailag beiktasson és így végtelenül növekedjék.«

Ezen mélyreható gondolatokra s elmélgedésekre alapított és új eszméket ébresztő zseniális hipotézishez, mely talán magában rejt a valónak egészséges csiráját, annyiban, de csakis annyiban, amennyiben az életet szintén a tűzzel hozza kapcsolatba, csatlakozik *Preyernek* az élet folytonosságát hirdető, kétségkívül nagyon szép és érdekes, de kissé fantasztikus tana.

Ezen hipotézis szerint élet kezdettől fogva volt a Földön, csakhogy ez az élet másféle volt mint az, amit mi életnek nevezni megszoktunk. »Kezdetben a Föld egész izzó-folyékony tömege egyetlen óriási élő szervezet volt. Az a hatalmas mozgás, mely e tömegben hullámozott, volt az ő élete. Mikor a Föld hűlni kezdett, kiváltak azok az anyagok, amelyek ama hőmérséken nem maradhattak többé folyékonyak. Ilyen anyagok a nehéz fémek, melyek ezentúl nem vettek többé részt az életben s belőlük lett az első holt anyag. A Föld kérge

lassanként megdermedt, azaz elhalt s ekkor fejlődhettek a gázokból s a most már lecsapódhatott vízből oly bonyolódott összetételű vegyületek, melyek a mai élet alapanyagával, a protoplazmával egyre jobban megegyeztek.»

Ez a kétségkívül emelkedett felfogás tehát azt mondja, hogy a világ-egyetem kezdet nélküli mozgása — *élet*, s hogy a protoplazmának valamely, persze ismeretlen módon, de szükségképpen ki kellett fejlődnie akkor, amikor egyre hűlő bolygónkon az élettelen tömeg kivált. »Ez időponttól kezdve a nehéz fémek, melyek egykor szintén szerves elemek voltak, nem olvadhattak meg többé s nem térhetek többé vissza abba az anyagforgalomba, mely őket kiválasztotta s az élet örvényéből kilökte. Ezek a nehéz fémek egykori gigantikus, izzó, élő szervezeteknek megdermedt salakjai, oly szervezeteknek, melyeknek lehelete talán izzó vasgőz, vére olvadt érc volt, tápláléka pedig meteoritekből állott.«

Mindkét röviden ismertetett hipotézistől lényegesen eltér az úgynevezett *kozmozoák* tana, melyet először *H. E. Richter*, majd tőle függetlenül *Helmholtz* és *William Thomson* fejtett ki.

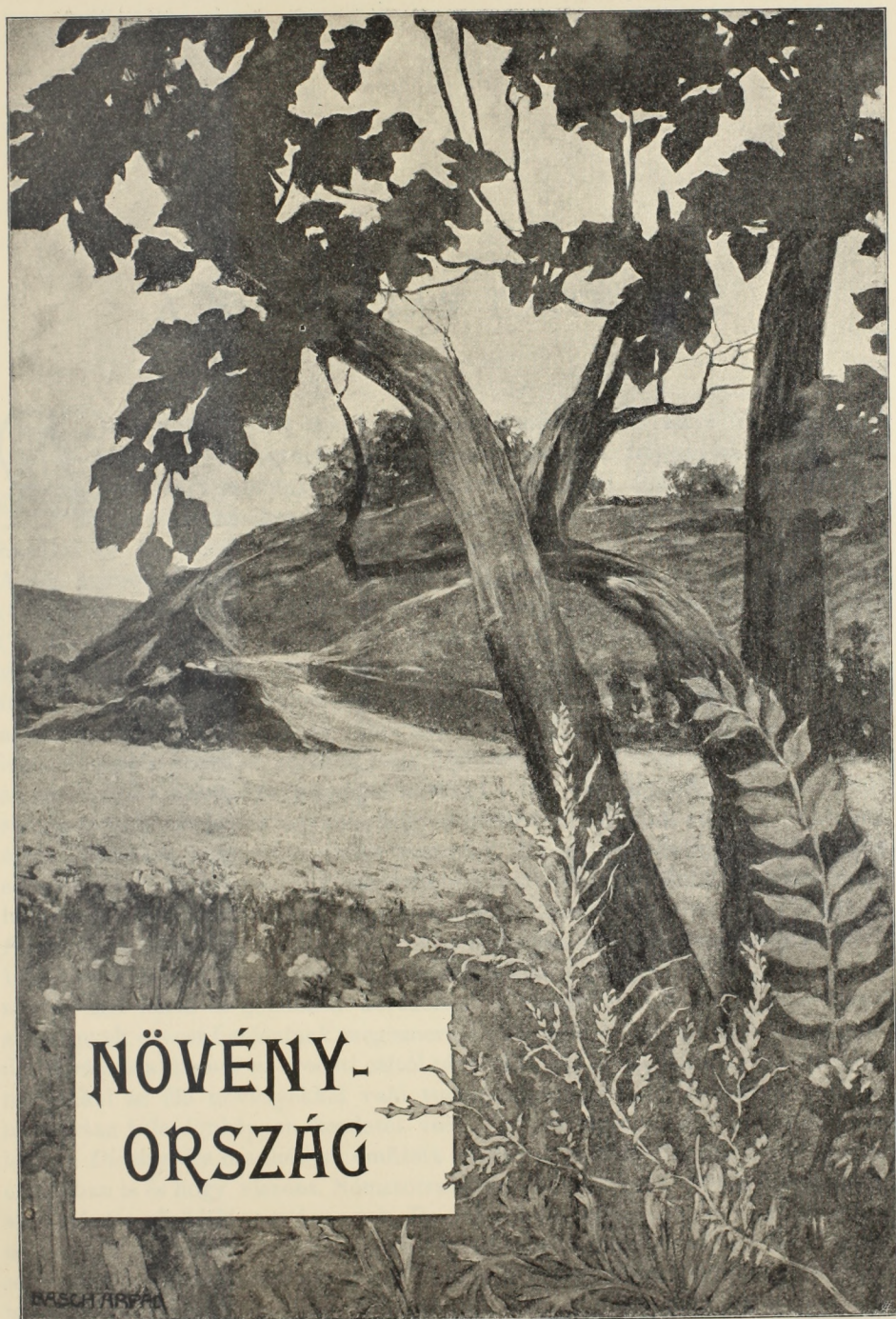
Ezen hipotézis szerint a szerves élet nem élettelen anyagból s nem is a Földön keletkezett, sőt egyáltalában nem is keletkezett, hanem öröktől fogva van a világegyetemben s a Földre más égi testekről plántálódott át. Ezek az égi posták pedig azok a szilárd tömegek, melyek a gyorsan keringő égi testekről folytonosan leválnak s amelyek alkalmasak arra, hogy a legegyszerűbb élőlényeknek parányi életképes csiráit, melyeket *Preyer kozmozoáknak* nevez, egyik égitestről a másikra szállítsák. Hogy a meteoritek szállíthatnak csirákat, nem látszik lehetetlennek, mert, *Helmholtz* szerint, a nagyobb meteoritek, mikor a Föld légkörét hasítják, nem egész tömegükben, hanem csak a felületükön melegszenek meg erősen. A meteorkövek — mondja *Helmholtz* — néha szénhidrogén-vegyületeket tartalmaznak s az üstökösök saját fényének spektruma szénhidrogént tartalmazó gázokban izzó elektromos fény spektrumához hasonlít. A szén pedig azoknak a szerves vegyületeknek, melyekből az élő testek össze vannak téve, a jellemző eleme. Ki tudja megmondani, vajjon a meteoritek, melyek a világűrben szerteszét kalandoznak, nem hintik-e szét az élet csiráit mindenütt ott, ahol valamely új világtest alkalmassá vált arra, hogy élőlények lakhelyéül szolgáljon? Lehetséges, hogy ezt a hipotézist sokan nagy, vagy talán legnagyobb mértékben valószínűtlennek tartják. Ámde mikor a mi összes fáradozásaink, melyek arra irányultak, hogy élettelen anyagból szervezeteket fejlesszünk, teljesen sikertelenek, egészen helyes tudományos eljárásnak látszik ama kérdés fölvetése, vajjon az élet egyáltalában keletkezett-e valamikor, vajjon nem éppen oly régi-e, mint az anyag s vajjon az élet csirái, egyik világestről a másikra átplántálva, nem fejlődtek-e ki mindenütt ott, ahol kedvező talajra akadtak. Nyilvánvaló, hogy a helyes alternativa csakis így hangozhatik: A szerves élet vagy kezdődött valamikor lenni, vagy pedig öröktől fogva van.

Nem lehet e helyen célunk és feladatunk ezeket az érdekes hipotéziseket elemezni, bírálni vagy alapjukra további következtetéseket építeni; beérjük azzal, hogy röviden ismertettük. Végül pedig, visszapillantva mind-

arra, amit előadtunk, kénytelenek vagyunk konstatálni, hogy az élet eredetének kérdése ez idő szerint nyílt kérdés. Ami azonban nem jelenti föltétlenül az örök időkre lemondó »*ignorabimus*«-t és nem zárja ki annak lehetőségét, hogy ezt az éppoly érdekes és fontos, mint rendkívül nehéz kérdést is megoldja az akadályoktól s az eddigi sikertelenségtől vissza nem riadó tudományos bűvárkodás, mely az emberiséget a megismerés útján egyre közelebb viszi a természet titkainak megoldásához. Nincs kizárva annak lehetősége, hogy valamint az a gránittábla, melyet *Bouchard* mérnök Alsó-Egyiptomban, Rosette (Rasid) mellett, 1799-ben kiásott, megadta a hieroglifek olvasásának kulcsát: úgy valamely szerencsés kísérlet, valamely nem várt felfedezés kezünkbe adja azt a kulcsot, mellyel a biológiai tudományok egyik legnagyobb rejtélyének zárja kinyitható.

»Mily sok mindent ismertünk meg a mi századunkban; és mennyi tőlünk még nem is sejtettet fog majd megismerni a jövő századok nemzedéke! Sok titok azoknak a jövőendő időknek van fenntartva, amikor már a mi emlékezetünk is rég elenyészett; eljő majd az idő, amikor azt, ami ma még rejtett, napfényre hozza a hosszú idők szorgalma. Mert a természet az ő szentélyét nem egyszerre tárja ki előttünk: azt hisszük, hogy már a belsejébe léptünk, pedig még csak az előcsarnokban ácsorgunk.« (*Linné*, 1758.)






NÖVÉNY-
ORSZÁG

BRUCH 7/1914



A NÖVÉNYTAN TÖRTÉNETE.

Z EMBERISÉG ősidőktől fogva vonatkozásban áll a növényzettel, így már a legrégebbi ránk maradt írásbeli feljegyzésekben számos növényt találunk felemlítve, mert hiszen az élet szükségletei bizonyosan már kezdettől fogva érintkezésbe hozták az embert a növényekkel és figyelmét kivált azoknak sokféle hasznos voltára irányították. A régi korból ránk maradt, növényeket tárgyaló munkák, minők *Hippokrates* (377. Kr. e.), *Theophrastus* (286. Kr. e.), *Dioskorides* (első század Kr. u.), *Plinius* (79. Kr. u.) és *Galenus* (201. Kr. u.) munkái, kivált a növények orvosi hatásaira vonatkoznak. Ugyanez áll a középkorra is, amidőn a tudományokkal való foglalkozás kizárólag a régiek munkái alapján indult meg. A középkori tudósok a növények orvosi hatásainak újból való felismerését csupán a régiek hiányos leírásai alapján keresték, anélkül, hogy a növényeket ismerték volna, miért is hol az egyik, hol a másik középeurópai növényt a régi írók egyik-másik növényével azonosították, azt hitték ugyanis, hogy a görög tudósok által említett növények egész Európában egyaránt vadon teremnek. Ez a téves felfogás a növények elnevezésében csakhamar alig tisztázható zavart okozott. Ezzel szemben nagy haladásnak tudható be az, hogy az első német »Kräuter-Bücher« írói (*Brunfels*, *Fuchs*, *Bock*, *Matthiolus*, *Clusius*, *Lobelius* stb. egészen a két *Bauhin*-ig (1530—1623.) egyenesen a természethez fordultak, s kiki a maga vidékén vadon termő növényeket leírta és gondosan ábrázolta. E foglalkozásnak célja szintén csak a növények orvosi hatásainak megismerése volt, de a növények egyenkénti gondos leírása csakhamar az eredeti céltól távol álló oly megfigyelésekre is vezetett, melyekkel az élő növényekkel való tudományos foglalkozás, azaz a mostani növénytan tulajdonképpen kezdetét vette. Mindenekelőtt észrevették ez írók, hogy a *Dioskorides* munkáiban említett növények nem találhatók mind Németországban is és hogy viszont Németországban is sok olyan növény tenyészik, amelyeket a görögök nem ismertek. De ami sokkal fontosabb, feltűnt nekik az is, hogy a növények között bizonyos külső hasonlatosság mutatkozik, mely semminemű kapcsolatban nincsen e növények orvosi hatásaival és egyéb hasznával. Ebből a külső hasonlatosságból azután ezeknek a növényeknek természetes rokonságára következtettek és tényleg a »Kräuter-Bücher«-ben a külsőleg egy-

máshoz hasonló növényeket többnyire egymás mellett találjuk leírva. Ez volt az első alapja a növények természetes rokonságuk szerint való csoportosításának. Ez vetette meg a »természetes rendszer«-nek az alapját.

Mielőtt azonban *Lobelius* s később *Bauhin Caspar* a növényeknek a természetes rokonság alapján való osztályozását megkísérelték volna, Olaszországban *Caesalpin* 1538-ban egész más úton haladt. Míg ugyanis a német és hollandi botanikusok a külső hasonlatosságból megállapított természetes rokonság után indultak, addig *Caesalpin*-t filozófiai megfontolás indította arra, hogy a növényországot előre megállapított jelek alapján bizonyos csoportokra ossza. Ez alapon készültek a »mesterséges rendszer«-ek.

Ezen két egymással össze nem egyeztethető törekvés volt az oka, hogy az 1538-tól 1736-ig felállított növényrendszerek nem feleltek meg annak, amire törekedtek, tudniillik a növények közti rokonság előtűntetésének. Éppen ezért az említett időszakban a kivált *Caesalpin*, *Morison*, *Ray*, *Rivinus*, *Tournefort* által felállított rendszereket mind mesterséges rendszereknek szoktuk nevezni. Ebben a tekintetben *Linné* 1736-ban megjelent munkájával fordulat állott be, mivel ő elsőnek mondta ki határozottan, hogy a növények rokonságát kifejező rendszer lehetséges ugyan, de hogy azt a priori kitűzött jelek alapján megalkotni nem lehet, sőt hogy a szabályok még ismeretlenek, melyek szerint az igazi és egyedüli természetes rendszer felállítandó. (42. ábra.)

Linné, ehhez a kijelentéséhez híven, tisztán a növények könnyebb áttekinthetése céljából mesterséges rendszert állított fel, melynek főcsoportjait a porzók száma, hossza, a virágban való helyzete, összenövése stb., alcsoportjait pedig a termő számbeli sajátosságaira alapította. Azonkívül azonban *Linné* még 67 növénycsoportot állított fel, amelyeket természetes rokonságot kifejező csoportoknak tartott; ezek voltak az az alap, amelyen később a növények tudományos osztályozása, azaz rendszertana tovább fejlődött.

Linné nemcsak rendszere, de egyéb nagymérvű munkálkodása folytán is annyira kimagaslott kortársai közül, hogy őt rendszeren a leíró természettudomány reformátorának nevezik, pedig *Sachs** felfogása szerint *Linné* nem volt megindítója egy új kornak, hanem inkább utolsó tagja a megelőző kornak.

Linné-nek mindamellett korára nézve nagy jelentősége volt s az ő működése folytán a növénytanban némi haladás is következett be, amit működésének következő két főeredménye segített elő: először a binár nomenklaturának, azaz a növények kettős névvel való jelölésének szigorú keresztülvitele, kapcsolatban a nemek és fajok gondos és módszeres jellemzésével; másodsor pedig annak a felismerése, hogy meddők és célhoz nem vezetőek *Caesalpin* és követőinek azok a törekvései, amelyekkel a priori felállított jelek alapján a növények természetes rokonságának is megfelelő rendszert igyekeztek megállapítani.

Linné főérdemeit teljesen elismerve, másrészt kiemelendő, hogy egyéb irányú működése több tekintetben egyenesen hátrányos volt a növénytan egészleges fejlődésére.

* *Sachs* J. dr. *Geschichte der Botanik*. München, 1875, 85. old.

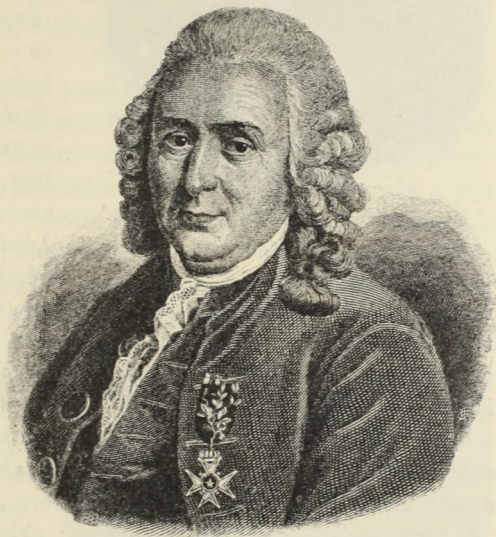
Linné előítélettel viseltetett a mikroszkópnak a növénytanban való alkalmazása iránt és e tekintetben annyira ment, hogy mindent, amit csak nagyítóval lehet észrevenni, tiszta csalódásnak tekintett és a mikroszkóppal foglalkozókat csak a növénykedvelőkhöz számította, mint olyanokat, kik minden-félével foglalkoznak, ami tulajdonképpen nem a növénytanhoz tartozik.

Egy másik körülmény, mely *Linné* működésében a növénytan fejlődésére nézve hátrányosnak mutatkozott: a faj-fogalomról tápláltfelfogása volt. Őugyanis erre nézve a következő tételt állította fel: »annyi fajt számlálunk, ahány különböző alak eredetileg teremtetett«. Ezzel kimondta a fajok állandóságát s a fajok teremtésével csodát hozott be a tudományba. De míg *Linné* a fajok állandóságát inkább csak mint tapasztalati tényt állította fel, addig követői e felfogását valódi dogmává emelték. *Linné*-től *Darwin*-ig a fajok állandóságának kérdése uralkodott az állat- és növényteni bűvarkodásban és *Darwin*-é a halhatatlan érdem, hogy ezt a kérdést végképpen eldöntötte.

A *Linné* utáni korszakban a növényeknek külső hasonlatosságuk alapján való osztályozása leginkább a franciáknál mutatott nagyobb mérvű fejlődést. Franciaországban ugyanis a *Linné* szexuális rendszere egyáltalában nem részesült nagyobb elismerésben, ellenben a *Linné* által felállított 67, természetes rokonságot kifejező csoport alapja volt *de Jussieu* B.

(1759) és kivált *de Jussieu* L. A. (1748—1836) a növények természetes osztályozására irányuló törekvéseinek. Utóbbi a természetes csoportok számát 100-ra emelte és családoknak nevezte; ezeket nemcsak jellemzésekkel (diagnózis) látta el, de nevet is adott nekik s egyszersmind oly rendszerbe foglalta őket össze, mely valóban alapja lett a természetes rendszertan terén mutatkozó minden további haladásnak. Ebben a rendszerében a növényországot három főcsoportra osztja: I. *Acotyledones* (a mostani virágtalanok). II. *Monocotyledones* (egyszikűek). III. *Dicotyledones* (kétszikűek). Ennek a rendszernek főbeosztásai most is fennálló — bár más rangfokozatban levő — természetes csoportoknak felelnek meg.

Jussieu után kivált *de Candolle* A. P.-nak köszönhető, hogy a természetes rendszer helyes irányban fejlődött; ő ugyanis a rendszerezés teóriáját és a természetes osztályozásnak szabályait oly világosan fejtegette, mint senki előtte. Mindamellet az általa felállított rendszert elhibázottnak kell tekintenünk, mivel, eltérően a saját alkotta szabályaitól, a főcsoportokat nem morfológiai,



42. ábra. *Linné Carolus*.

hanem a rendszerezésben értéktelen és hibásan felfogott fiziológiai tulajdonságokra alapította. Rendszerének főosztályozása: *Plantae vasculares* (edényes növények), *Plantae cellulares* (sejtes növények).



43. ábra. Schleiden M. J.

rendszer, mégis tulajdonképpen észrevehető hanyatlásról lehet szó. Az említett tudósok ugyanis hívei voltak a fajok teremteséről és állandóságáról szóló dogmának és így nem juthattak a természetes rendszer jelentőségének fölisméréséhez. Hozzájárult még, hogy a legtöbb német, angol és svéd botanikus — mellőzve Linné mélyebb és tulajdonképpeni tudományos törekvéseit — szigorúan azon állításához ragaszkodtak, amely szerint valamely botanikus annál kitűnőbb, minél több fajt ismer.

Ez az állapot 1840-ig tartott; ekkor a növénytan terén fordulat állott be, mely kiválólag a német *Schleiden M. J.* föllépésének köszönhető. *Schleiden* a modern sejttan és a fejlődéstan megalapítója; filozófiai képzettségénél, éles, mindig harcra kész tollánál és egyéb tulajdonságainál fogva hivatva volt arra, hogy a növénytanak új ösvényt nyisson. Több becses, a sejtkepződésre és kivált a magrügy fejlődésére vonatkozó vizsgálattal kezdte meg működését a növénytan terén, de jelentősége nem annyira az általa felfedezett tények, mint inkább aszerint ítélendő meg, hogy mit követelt ő a tudománytól és mit tűzött ki céljául. Erre nézve legjobb tájékozást nyújt az ő terjedelmes és az egész növénytant felölelő tankönyve, mely először 1842-ben jelent meg s összesen négy kiadást ért el, ami az akkori időben már magában véve is feltűnő eredmény volt. (43. ábra.)

Könyvének hatása igen nagy volt, valódi forradalmat idézett elő a növénytan terén és valóban új korszakot indított meg. A *Schleiden* követelte induktív módszer által vált pedig csak a növénytan tulajdonképpen természettudománnyá.

Már *Schleiden* előtt, így különösen *Meyen* és *Mohl*, azután nagy mértékben ő maga, de kivált utána *Nägeli* s mások mindinkább sűrűbben alkalmazták a

De Candolle után kivált az angol *Brown Robert* (1773—1858) lendített sokat a természetes rendszer továbbfejlesztésén azáltal, hogy ő ismerte fel először azokat a sajátságokat, melyek fenyőféléinken és rokonain a magot illetőleg fennállanak. Ezzel e növényeknek »*Gymnospermae*» néven külön csoportba való összefoglalása és e csoportnak a rendszerben megfelelő helyen való beiktatása vált lehetségessé. Ezek után a német *Barling* (1830), azután a magyar *Endlicher* (ki Pozsonyban született, de Bécsben működött), majd a francia *Brogniart* (1843), valamint az angol *Lindley* (1845) és mások munkái nyomán némi fejlődést is tüntet fel a természetes

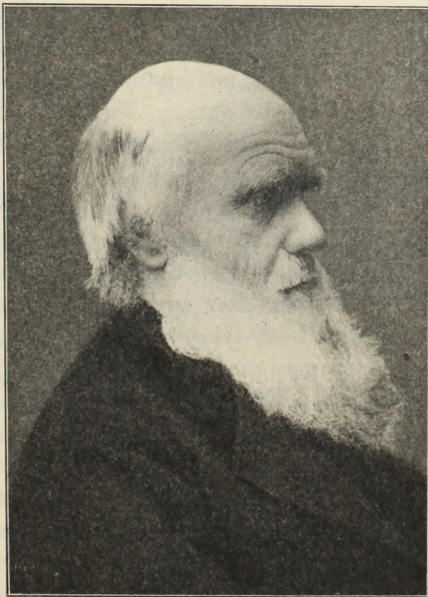
mikroszkópi vizsgálatot a növénytanban. A sokáig elhanyagolt eszköz érvényre jutott és az általa felderített ismeretek egész új alakot kölcsönöztek a növénytanak. Egyszersmind a mikroszkópi módszer az, mely az észlelőt nemcsak a legnagyobb figyelemre és pontos észlelésre kényszeríti, de azonkívül önként az induktív módszer követésére vezeti és igen gyakran a kísérletezés szükségét foglalja magában. Mindez a növénytant magasabb színvonalra emelte és látókörét tetemesen tágította.

Igy *Hofmeister W.* 1851-ben, mikroszkópi vizsgálatok alapján, a kriptogámok fejlődésében meglepő sajátságokat derített ki, melyek egész új világot vetettek a növények rokonsági viszonyaira és egyszersmind kijelölték azt a kapcsolatot is, mely a kriptogámok és a virágos növények fejlődése között fennáll, ezáltal biztos alapot teremtve egy a faj felfogását illetőleg már-már jelentkező új tannak.

Franciaországban ez az új tan már jóval előbb jelentkezett, amennyiben *St. Hilaire Geoffroy* már 1795-ben és *Lamark* 1809-ben azon felfogásnak adtak kifejezést, hogy a fajok nem állandók, hanem változékonyak és hogy nem egyenkénti teremtés, hanem nemzedékeken keresztül történő lassú átváltozás útján keletkeztek egymásból. A bécsi *Unger F.* pedig 20 évi paleontológiai kutatások alapján 1852-ben egyenesen kimondta, hogy a fajok változatlansága nem állhat fenn, amennyiben a geológiai korszakok folyamán élt új fajok egymással szerves összefüggésben állnak, a fiatalabbak az öregebbekből keletkezvén. Hasonlóan nyilatkozott *Heer* 1855-ben és *Nägeli* 1859-ben. Ugyanez évben jelent meg *Darwin*-nak »A fajok eredete« című, korszakot alkotó munkája. (44. ábra.)

Ezzel a munkával az élőlények tudományában a legmélyebbre menő átváltozás indult meg, amelyet e tudomány történetében egyáltalában ismerünk. A csoda helyét az okszerűsége alapuló természetes fejlődés foglalta el. A fajok állandóságának és teremtésének *Linné* óta fennálló dogmáját kiűzték a tudomány csarnokából, helyette a fajok változékonyasága és egymásból való természetes keletkezése vált irányadó jelszóvá. A növények külső hasonlóságai alapján eddig képlegesen felvett rokonságból valódi vérrokonság lett, s így a természetes rendszer a növényország származási fájának képe gyanánt tűnt fel. Szóval *Darwin* természettudományi elvet hozott be a rendszertanba:

a variációt (változékonyaságot) és a létérti küzdelemben való természetes kiválogatódást, mint olyan tényezőket mutatva ki, amelyek alapján a



44. ábra. Darwin Charles.

fajok keletkezését ismert természeti okokra visszavezetni, tehát némileg magyarázni tudjuk.

Darwin magyarázatának elégtelenségére ezután *Nägeli* mutatott rá (1865), kiemelve, hogy ez úton új fajok keletkezése nem igen lehetséges, miért is a növényországban a tökéletesebb felé való fejlődést (progressziót) vette számba, mely azáltal jön létre, hogy a fajok a bennök rejlő változékonyságnál fogva új tulajdonságokat nyerve, mindig összetettebb és tökéletesebb alakokká válnak.

Később *de Vries H.* (1901) híres tenyésztési kísérleteivel azt mutatta ki, hogy új alakok, fajok hirtelen is keletkezhetnek úgynevezett *mutáció* által; e fajok kezdettől fogva bizonyos állandóságot és szaporodóképességet tüntetnek fel, és így a mutáció új fajok keletkezésére vezethet. Míg azonban a fajok keletkezésének módját illető kérdés még vitás és további kutatások tárgya, addig az élőlények egymásból való leszármazása, azaz a *Darwin*-féle *descendencia-elmélet*, az egész tudományos világ által elfogadva tovább fennáll, úgy hogy most az élőlények természetes osztályozása azok származási fáját adja.

A *Darwin* utáni korban ezért a növények osztályozásában, rendszerezésében (szisztematikájában) ez a felfogás szintén érvényesült és kutatva a növényország származási fájának ágazatait és törzseit, a tudósok ezentúl nem elégedtek meg — mint azelőtt — csupán a most élő növények tanulmányozásával, hanem belevonva a kihalt növények fosszil maradványait is, azon fáradoztak, hogy a most élő növénycsoportok közt mutatkozó hézagokat lehetőleg kitöltsék s így a növényország minél teljesebb származási fáját állítsák össze.

A számos újabban felállított rendszer közül leginkább az *Eichler*-féle (1883) és legújabban az *Engler*-féle (1904) említendő.

Eichler a növényországot következőképpen osztályozta:

A) Kryptogamae. Virágtalanok:

I. *Thallophyta*. Telepes növények. II. *Bryophyta*. Mohformájúak. III. *Pteridophyta*. Harasztformájúak.

B) Phanerogamae. Virágos növények:

IV. *Gymnospermae*. Fedetlen magvúak. V. *Angiospermae*. Fedett magvúak.

1. *Monocotyledones*. Egyszikűek. 2. *Dicotyledones*. Kétszikűek.

Ez a rendszer egyszerűségével és könnyű áttekinthetőségével tűnik ki és benne az I—V-tel jelzett csoportok valóban oly ágazatai (törzsei, phylumai) a növényországnak, melyekben egységes fejlődésmenet által egymással összefüggő, tehát egymással természetes rokonságban levő növények vannak egyesítve és ezek a csoportok, némi változással, jóformán minden újabbi rendszerben előfordulnak.

Eichler után a rendszerében legnagyobb változást az idézte elő, hogy a *Thallophyta* csoport: moszatok, gombák és zuzmók osztályait, melyeket tisztán biológiai alapon különböztettek meg, fejlődéstani alapon több egyenértékű csoportra bontották szét.

Engler ezt rendszerében már érvényesítette és a növényországot 12 nagyon különböző értékű csoportra (phylum, φύλη, törzs) osztja, de rendszere nem nyújt elég világos áttekintést, és benne a valóban természetes rokonságuk által jellemzett csoportok nem domborodnak ki oly élesen, mint *Eichler* rendszerében.

Ha mindezek után a növényország származási fáját pontosan nem is szerkeszthetjük ugyan meg, fővonásaiban mégis képet alkothatunk magunknak arról, hogy a növények egymásból való leszármazását, tehát a növények törzsfáját miképpen kell felfognunk. A későbbi kutatások feladata most már, hogy e kép minél megfelelőbb legyen.

* * *

Az éppen vázolt rendszertani törekvések mellett azonban idővel a növények egyéb sajátosságai is figyelembe vették, és így a különböző irányú bújázkodások a növénytanak különféle részekre való tagolódását eredményezték.

A modern növénytan különböző irányai két főirányra vezethetők vissza : a *morfológiai* (alaktani) és a *fiziológiai* (élettani) irányra.

A morfológia, melynek főrészei : a külső morfológia, a belső morfológia (bonctan, anatómia) és a fejlődéstan, egyszersmind alapja a rendszertannak, minthogy ez utóbbi tulajdonképpen csak részletes, összehasonlító morfológia.

A morfológia különböző részei közül természetesen először a külső morfológia fejlődött ; már a régiek megkülönböztettek a növény testén gyökeret, szárát, ágat, hajtást, levelet, virágot, termést és magot, de e részek egymáshoz való viszonyát és a növényre nézve való jelentőségét nem kutatták és nem tették azokat külön tudományos fejtegetések és okoskodások tárgyává. Ezt csak később *Caesalpin A.* (1583), de kivált *Jungius J.* (1620) tette meg, akinél a jelenlegi morfológia első kezdetét találjuk meg és aki a növénytest külső alakulását először vizsgálta és tárgyalta helyes szempontból. A morfológiának önálló irányban való fejlődése azonban csak később, a nagy *Goethe W.* átalakulástanával (1790) és még inkább a *Schimper K. F.* (1830) és *Braun A.*-féle, (1835) a levélállásra vonatkozó »spirál-teória«-val indult meg, bár e férfiak idealisztikus felfogásai megakadályozták a morfológia helyes irányban való fejlődését.

E téren is nagy haladást idézett elő *Schleiden* (1840), mint a fejlődéstani kutatások megindítója és kivált *Nägeli* (1842—60), mint annak tulajdonképpeni megalkotója, mert a fejlődéstannak a morfológiába való bevezetésével oly irányt kezdeményeztek, mely a növénytan helyes irányban való fejlődésére nézve általában nagyfontosságú lett.

A fejlődéstan alapján kitűnt azután, hogy a növénytest sokféle külső részei, melyek látszólag olyannyira eltérők egymástól, tulajdonképpen három alapképletre vezethetők vissza, úgymint : a szárra, levélre és gyökérre és hogy ezeknek a képleteknek megítélésében el kell tekintenünk élettani sajátágaiktól és csupán arra kell figyelemmel lennünk, hogy milyen alakkal bírnak, hol és mikép keletkeznek, milyen szám- és elrendezési viszonyban állnak egymáshoz, szóval csak morfológiai, alaktani szempontból kell megvizsgálnunk.

Egész új irányban indultak később a morfológiai vizsgálódások, kivált *Schwendener* által, aki a *Schimper-Braun*-féle »spirál-teória« ellen lépett fel és azt végképpen meg is semmisítette. *Schwendener* ugyanis kimutatta, hogy a levelek elhelyezésének szabályossága tisztán mechanikailag működő okokban

rejlik s hogy a kifejlődött levelek helyét illetőleg csak a levelek kezdő állapotának (levéldudor) alakja, nagysága és a tenyészkúpon való állása irányadó.

Midőn így a levelek állásának szabályszerűségét mechanikai okokra sikerült visszavezetni, ezzel egyúttal a morfológiának új és modern irányban való továbbfejlődése is megindult, még pedig azért, hogy a növényt nem csupán alaknak tekintették, hanem első sorban és mindenekelőtt élő lénynek. Így azután részei a növény életében bizonyos működést, munkát végezve, a növény gépezetének szerszámai-, szervei-, orgánumaiként tűnnek fel, minélfogva *organografiá*-ról, a szervekről szóló tanról beszélhetünk, amelynek az a feladata, hogy a növénytest külső részeinek, szerveinek alakja és működése közötti kapcsolatot fejtesse. Ezzel a morfológia élettani alapra lett fektetve. Ezen a téren különösen *Sachs* Julius végzett érdemes munkát, aki újabban (1880) a »Stoff und Form der Pflanzenorgane« című értekezésében azt az elvet fejtegeti, hogy minden növény és részeinek alakja és alkotóanyaga között oksági kapcsolat áll fenn, miből az következik, hogy az alaki különbségek az anyagi összetétel különbségein alapulnak; *Sachs* ezt az elvet minden további morfológiai fejtegetéseknek alapjául jelöli meg.

A régi, idealisztikus morfológiának mindamelllett most is vannak hívei, így *Strasburger* (1906) azt mondja, hogy a növényi morfológia nem ismer szerveket, hanem csak a növénytest tagjait s hogy feladata a növényalakok tudományos megismerése. Ezzel szemben *Goebel* (1898—1901) *Sachs* felfogását követi és a növénytest külső részeit nem csupán alaktani szempontból tárgyalja, hanem szerveknek, műszerszámoknak tekinti. A morfológia *Schwendener* és *Sachs* által mechanikai és materialisztikus alapra fektetve, most arra az álláspontra jutott, hogy a növénytest alakulását modern felfogással tovább kutassa és annak minél teljesebb megértését közelítse meg.

* * *

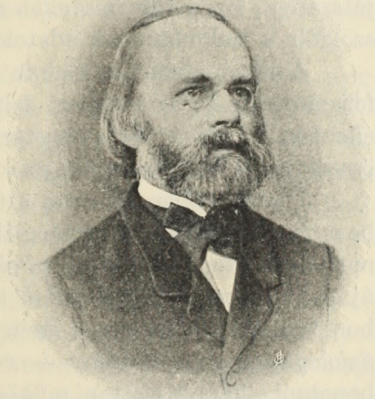
A morfológia második része : a *belső morfológia*, vagyis a *bonctan*, mely a növénytest belső szerkezetével és alakulásával foglalkozik, a tárgy természetében fekvő nehézségek miatt valóban tudományos alapon csak nagyon későn fejlődhetett ki. Hogy a növénytest belsőleg nem egynemű, hanem különböző alkotású rétegekből áll, azt már a régiek is észrevették, és így kivált a fákban kérget, fát és belet, előbbiben rostokat és más részeket különböztettek meg. De a növényi test belső szerkezetének tulajdonképpeni felismerése csak az összetett nagyító (mikroszkóp) felfedezése után vált lehetségessé. *Janssen* *Hans* és *Zakariás* testvérek 1590-ben állították össze az első összetett nagyítót, de csak egy félszázaddal később az angol *Hooke* *Robert* alkalmazta elsőnek ezt az új, általa lényegesen javított eszközt, a növénytest belsejének a megvizsgálására. 1667-ben megjelent »*Mikrographia*«-jában leírja, hogy a növénytest belsőleg nem egynemű, hanem apró kamrákra van osztva, ezeket ő nevezte el *sejtek*-nek s ez az elnevezés most is használatos.

A növénybonctan tulajdonképpeni megalapítói : az olasz *Malpighi* *Marcello*, kinek munkája 1675-ben jelent meg és az angol *Grew* *Nehemiah*, aki

munkáját 1682-ben adta ki; de e két tudós a növénytest belső szerkezetére vonatkozó előzetes közleményei egy időben, azaz 1671-ben közzétettek. Az említett munkákban a növények bonctana rendszeresen és kimerítően van tárgyalva; jóllehet szerzőik nem annyira az egyes sejttel, mint inkább a durvább szöveti viszonyokkal foglalkoztak, mindamellett oly alapot teremtettek, amelyen a növénybonctan továbbfejlődhetett. De ez csak jóval később történt, mert e két férfiú utáni korban, és kivált *Linné* idejében, aki a mikroszkópnak a növénytanban való alkalmazása iránt ellenszenvvel viseltetett, a *Malpighi* és *Grew* által felderített ismeretek jóformán feledésbe mentek, vagy legalább azok, akik e tárggyal foglalkoztak — mint a német *Wolff C. F.* (1759) és az erdélyi szász *Hedwig J.* (1784) — nem igen gyarapították azokat.

A XIX. század elején a mikroszkóppal való foglalkozás s azzal a növények bonctani vizsgálása újból megindult, amennyiben a különböző nemzeteknél tudósok tűntek fel, kik ez irányban sikeresen működtek; így a francia *Mirbel*, az olasz *Amici*, a német *Moldenhawer*, *Link*, *Treviranus*, *Meyen*, kivált azonban *Mohl Hugó*, akinek dolgozatait hasznavehető megfigyelései és világos fejtegetései jellemzik és még ma is méltánylást érdemelnek. Ő nemcsak a növénytest sejtfalvázát vizsgálta alaposan, hanem a sejtek belső élő állományára is figyelmet fordított, felismerve az általa *protoplazmá*-nak nevezett anyagnak a sejtek képződésére és életműködéseire való fontosságát. Tetemes haladás és új irány indult meg *Schleiden* megjelenésével a bonctanban is, éppúgy, mint a növénytan más részeiben. Kiváló érdemeit már fentebb méltányoltuk (66. lap), itt csak kiemeljük még, hogy *Schleiden* (1838) a sejtet a növénytest elemi alkotórészének ismerte fel és a növénytest alakulásában az első sejt keletkezésére irányította vizsgálatait. *Schleiden* új sejtképződési teóriája azonban csakhamar, kivált *Unger F.* (1841), *Nägeli C.* (1842—44) és *Hofmeister W.* (1848—51) vizsgálatai folytán tévedésnek bizonyult ugyan, de végeredményében mégis a sejtképződés mostan érvényben levő tanához vezetett.

Schleiden fellépése folytán a mikroszkóp is mindinkább érvényre jutott, és ez okozta, hogy a növénybonctan számos hivatott művelőre talált. Ezek között első sorban *Nägeli* említendő, aki ezt azt irányt lényegesen fejlesztette, egyrészt kivált az alsórendű növényeken végzett sejtoszlási vizsgálataival, másrészt általános szövettani tanulmányaival, különösen pedig azokkal az éles megfigyelő képességre és mélyreható gondolkozásra valló kutatásaival, melyekkel alapvető teóriát állított fel a keményítőszemecskék, a sejtfal és általában a növényi test organizált részeinek növekedésére és molekuláris szerkezetére nézve. Ennek a teóriának értékét legjobban bizonyítja, hogy



45. ábra. Nägeli C.

mostanában is alapja az e tárgyra vonatkozó felfogásainknak és ismereteinknek. (45. ábra.)

A növénybonctannak kivált a részletekben való további fejlesztését egyrészt köszönhetjük *Hartig Th.*, *Hanstein J.*, *Dippel*, *Sanio K.*-nak és másoknak akik a sejtfalváznak finomabb szerkezetét derítették ki, másrészt *Unger*, *Hofmeister*, *De Bary*, *van Tieghem*, *Sachs J.* és legújabban *Strasburger*-nek.

Schleiden óta a sejt minden bonctani vizsgálatnak kiindulópontja, majd *Nägeli* és követői a sejt mellett a szöveti alakulást is tanulmányozták, újabban pedig megint a sejt, de kivált annak egy része, a sejtmag, igen beható kutatások tárgya.

A sejtmagot az angol *Brown R.* fedezte fel 1831-ben, de jelentőségét nem ismerte fel, míg *Schleiden* kimutatta, hogy a sejtmag a sejtképződés kiindulópontja. Legújabban a zoológusok *Flemming* (1882) kezdeményezése folytán *Guignard* és kivált *Strasburger* vizsgálatai által rendkívüli fontosságot nyert a sejtmag, a belsejében történő, a sejtoszlással járó különös folyamatok miatt, melyek »kariokinézis« néven jelenleg a sejtosztódás tanában nagy szerepet játszanak. Ezen folyamatokat nálunk *Jurányi L.* is tanulmányozta és ő is szolgált a tudománynak adatokkal (1884).

A növénybonctan eleinte csak a növények belső szerkezetének egyszerű felismerésére és az amellett felmerülő viszonyok pusztá leírására törekedett, ellenben a növénytest bonctani alkata és élettani működése közötti szoros összefüggést és kölcsönösséget csak mellesleg vette figyelembe.

Újabb időben azonban e tekintetben a növénybonctanban fordulat állott be mely mint a külső morfológiában, itt is *Schwendener* nevéhez fűződik. 1874-ben megjelent munkájában a növénytest fölépítésének vizsgálódásában egészen új és fontos nézőpontból indul ki, melyben tárgyat igen beható mechanikai és bonctani alapon fejtegeti. Ezen munkával a növénybonctannak új iránya — a *fiziológiai-anatómiai* irány — vette kezdetét, melynek főfeladata a növénytest bonctani alkata és élettani működése között fennálló kapcsolatnak a kipuhatolása.

Ez új irány — a *Schwendener*-féle iskola — folytán a növénybonctan nem csak számos új adattal gazdagodott, hanem egyszersmind igen nagy változáson is ment keresztül. Ezen iskola jelenlegi főképviselője *Haberlandt G.*, kinek bizonyossága szerint a növénybonctan jelenleg már nem elégszik meg a tények pusztá leírásával, hanem az okszerűség elvéből kiindulva, egyszersmind e tények közötti kapcsolatot és az azokban nyilvánuló törvényszerűséget is törekszik kimutatni. Ez elvet követve, *Haberlandt* újabban figyelmét az úgynevezett ingerlékeny növényekre és növényrészekre fordította, amelyeknél bizonyos külső hatásra (inger) sajátos mozgások állnak be és kimutatta, hogy ezekben a részekben messzemenő megegyezést találunk szerkezet és működés között; ezek eszerint úgy viselkednek, mint az állatok érzékszervei, amiért tehát szintén érzékszerveknek nevezhetők.

De minthogy az inger felfogására való hely az inger okozta mozgás helyétől gyakran bizonyos távolságban van, az inger továbbvezetése szükséges, amely a mostani felfogás szerint azon, az élő sejteket elválasztó falakban áthatoló, *Strasburger* által tanulmányozott és »plazmodezmá«-knak

nevezett, igen finom protoplazmaszálakon keresztül történék, amennyiben ezek a növénytest élő állományát szakadatlanul összekötik, s így az inger vezetésére igen alkalmasak. A bonctan ilyképpen az élettan hathatós segítője, mert felderítve a helyeket és utakat, ahol az életfolyamatok lejátszódnak, hozzájárul ahhoz, hogy az élet megértését megközelítsük.

* * *

A régi időktől a középkorig terjedő időszakban a növények életére vonatkozó ismeretek igen hiányosak voltak és leginkább csak arra szorítkoztak, amit a mezőgazdaság és kertészet a legrégibb időktől fogva nyújtott. Később is csak lassan fejlődött és önálló tudománnyá csak a XVII. században lett, de ekkor első kezdetétől fogva sokkal helyesebb irányban haladt, mint a növénytan többi része, és tagadhatatlan, hogy ennek oka abban rejlik, hogy a tudományos növényélettan első idejében inkább oly természettudósok kezében volt, akik fizikával és kémiával foglalkoztak, miért is ebben a tudományágban a vizsgálatok végrehajtása a kísérletezés és általában a helyes induktív módszer útján, már elejétől fogva tapasztalható.

A mostani növényélettan első kezdetét *Malpighi*, a növénybonctan meg-alapítójának 1675-ben kiadott munkájában találjuk, amelyben a növények táplálkozására vonatkozó felfogásait összefoglalóan tárgyalja. Ő volt az első, aki a különböző növényrészeknek a táplálkozásban való közreműködését kimutatni igyekezett és a zöld leveleknek táplálékot előkészítő szerepet tulajdonított, kiemelve, hogy az általuk készített anyagok a növény minden részébe átmennek és ott vagy felhasználatnak, vagy pedig összegyűjtetnek.

A növényélet folyamatainak kiderítéséhez *Malpighi*-nél még nagyobb mértékben járult hozzá *Hales St.*, aki 1727-ben megjelent munkájában a növények nedvmozgásaira vonatkozó oly alapvető vizsgálatokat közölt, melyeknek alap-tételei most is érvényesek és most is kiindulópontját teszik minden e tárgyra vonatkozó fejtegetésnek. Ő fedezte fel a fában felfelé menő vízmozgást és a gyökérerőt, melynek nagyságát is megmérte; vizsgálta a párolgást és annak a vízmozgásban való közreműködését és először nyilvánította azt a nézetet, hogy a növényanyag nagy része gázalakban a levegőből vétetik fel.

Utána kivált *Du Hamel* említendő, aki 1758-ban megjelent művében nemcsak az eddigi élettani ismereteket állította össze, de újakkal is gazdagította azokat.

Az 1771-től 1804-ig terjedő időszakban, amikor a tudósok kivált a levegő összetételét és annak az élővilághoz való viszonyát kutatták, *Priestley*, *Ingenhousz*, *Senebier* és *Saussure* a növények táplálkozását illetőleg végeztek fontos kísérleteket és megvetették ezekkel azt az alapot, amelyen e folyamat további megismerése és kiderítése vált lehetségessé. Ebbe az időszakba esik *Lavoisier* korszakalkotó fellépése, mellyel a vegytant gyökeresen reformálta. Ez a reform természetesen a növényélettan fejlődésére is igen kedvező befolyással volt, amennyiben a növények táplálkozása csak ennek alapján, azaz az oxigén jelentőségének fölfedezése után vált érthetővé.

1779-ben mondta ki *Ingenhousz*, hogy a zöld növényrészek a napfény behatása alatt szénsavat (helyesebben : széndioxidot) vesznek fel a levegőből és oxigént választanak ki, így nyerve meg a szükséges szén, hogy továbbá minden növényrész mindenkor oxigént vesz fel és szénsavat választ ki. Ezek a tételek *Saussure* 1804 körül végzett exakt kísérleteivel nemcsak megerősített, de bővítést is nyertek, amennyiben ő kimutatta, hogy amidőn a zöld növény a szénsavból a szén elválasztja, a víz elemei a szénhez járulnak hozzá, miáltal a növényanyag gyarapodik, valamint azt is bebizonyította, hogy a növényben található ásványi anyagok, melyek elégsé után hamualakban visszamaradnak, nem véletlen alkatrészek, hanem a táplálkozásnak szintén fontos anyagai. Ezzel a növények táplálkozásának megértéséhez az alap meg volt vetve.

1804 után egészen 1840-ig a növényélettan terén némi pangás állott be, amelyet azonban nem annyira a jeles bűvárok hiánya, mint inkább az élettani tünetmények helytelen felfogása okozott. Így 1806-ban jelentek meg az angol *Knight A.* nagyfontosságú kísérletei, melyekből kitűnt, hogy a nehézségi erő a növekedő növényrészekre irányítólag hat (geotropismus); 1822-ben észlelte *Saussure Th.* a virágok önfelmelegedését és ennek kapcsolatát a lélekzéssel; 1826-ban fedezi fel az endozmozist *Dutrochet J.*, aki e tüneteknek rendkívüli fontosságát is felismerte, azonkívül az állatok és növények lélekzése közötti megegyezésre is ő figyelmeztet először. De ami ez időszakot főképp jellemzi, az az élettünetmények magyarázásában az úgynevezett »életerő« szerepével való foglalkozás. Eddig ugyanis a legtöbb esetben az élettünetmények természeti okait nem igen kutatták, vagy legfeljebb csak annyiban, amennyiben közvetlenül felismerhetők voltak. A XIX. század elején azonban minden oly esetben, amidőn a szervezetben történő valamely folyamatnak az okát kimutatni nem tudták, az életerőhöz folyamodtak. Amellett az életerőnek oly képességet tulajdonítottak, melynélfogva semmiből is bír valamit létrehozni. Hogy az életerőt általánosan az élettelen természetben uralkodó erőktől lényegesen eltérőnek képzelték, az már abból is kitűnik, hogy egészen 1840-ig még a kémikusok is lényeges különbséget vettek fel a szerves és szervetlen anyagok között, azt a tant állítván fel, hogy a kémia a szervezet által létesített anyagokat előállítani nem tudja.

Amint azonban 1828-ban *Wöhler*-nek először sikerült a laboratórium-ban oly testet (húgyanyag, karbamid) előállítani, melyet eddig csak az élő szervezetből ismertek, és amint ezen fölfedezést hasonló új követte, a szerves és szervetlen világ közt eddig vont éles határ tűnedezni kezdett, ezzel az életerő uralma is mindinkább háttérbe szorult, míg egészen el nem enyészett.

1840 körül a növényélet bűvárait kivált a növényi táplálék természete és eredete foglalkoztatta és e tekintetben a nézetek tisztázására nézve sokat használt *Liebig Justus* erélyes fellépése és világos fejtegetése, mellyel az *Ingenhousz* és *Saussure* részben feledékenységre ment eredményeinek újból érvényt szerzett. *Liebig* kivált az akkoriban a növénytáplálkozás tanában nagy szerepet játszó »humuszteória« ellen szólalt fel, kimutatva, hogy a humusz a növényzet által nem kevesbül, hanem gyarapodik és hogy a növények szénforrása egyedül a levegőbeli szénsav lehet.

Míg így a növényi táplálkozás tana, melynek ismerete a mezőgazdaságra nézve gyakorlati szempontból nagyon fontos, fővonásaiban megalakult, addig más irányban nevezetesebb haladás nem igen volt tapasztalható. Mindamellett 1840 után a növényélettan lassanként igen lényeges átalakuláson ment keresztül, ami a növénybonctannak ez időben megindult felvirágzásával és a mikroszkópi módszerek általános alkalmazásával állott szoros kapcsolatban.

A növények belső szerkezetének helyes felismerésével az élettan egészen új és biztosabb alapot nyert, amennyiben az egyes életfolyamatokat ott, ahol valóban lefolynak, a sejtek belsejében kezdték vizsgálni. A tudományos növénytannak *Schleiden* által (66. lap) történt felélesztésével azonkívül a tulajdonképpeni botanikusok mindinkább sűrűbben kezdtek növényélettani kérdésekkel foglalkozni, miáltal a növényélettan egyszersmind abból a függő állapotból kikerült, amelyben eddig a kémiával és fizikával állott s lassankint a növénytan egy önálló részévé fejlődött. Hogy pedig azzá vált, az leginkább *Sachs Julius*-nak az érdeme. (46. ábra)

Sachs 1860-tól kezdve a növényélettan terén igen élénk tevékenységet fejtett ki, amellyel, mondhatni egész új korszakot indított meg. Növénytani alapon állva, a mikroszkóp és a modern természet-tudomány egyéb segédeszközeivel nemcsak az eddigi vizsgálatokat bírálta és ismételte, hanem több irányban egészen új ösvényt nyitott meg, amivel a növényélettanban lényeges átalakulást idézett elő.

Az úgynevezett vízkulturának kifejlesztésével *Sachs* kimutatja, hogy melyek a növények táplálkozásához okvetlenül szükséges ásványi anyagok. Mikroszkópi vizsgálataival bizonyítja, hogy a midőn a zöld növények a napfény behatására szénsavat bontanak fel és oxigént választanak ki, azaz asszimilálnak, a klorofill-szemecskékben, mint első látható termény rendesen keményítő keletkezik.

Sachs és egyik tanítványa (*Pfeffer*) újból vizsgálják a napfény hatását a növények különböző életfolyamataira, és megállapítják a színképegyes színeinek e folyamatokra való jelentőségét.

Sachs vonja be a növekedést, a növényeknek e legszembetűnőbb életjelenségét először az élettani vizsgálódás körébe. Meghatározza a növekedés szakaszait (fázis) és megállapítja a növekedést befolyásoló külső tényezők (hő, fény, nehézségi erő stb.) hatásait. És az egész növénytest növekedésében az egyes sejtek növekedésére visszamenve, kimutatja, hogy nem azért nő a növény, mert sejtjei osztódnak, azaz hogy új sejtek csatlakoznak a meglevőkhöz, hasonlóan mint ahogy a ház felépül téglák egymásra rakásából, mint ezt eddig általánosan hitték: hanem hogy a növekedés elsődleges tünetény és a sejtoszlás annak csak rendes következménye. Növekedés ugyan sejtoszlás nélkül is történhetik; de ha sejtoszlás bekövetkezik, az oszlás iránya mindenkor bizonyos viszonyban van a megelőző legerősebb növekedés irányához, azaz az új, vagyis az osztódást jelző fal mindenkor ezen irányra merőlegesen áll.



46. ábra. Sachs Julius.

Sachs egészen új alakot adott a növényélettannak. Szerinte a növény első sorban élő lény; testének külső és belső alakulása és működésének minden nyilvánulása mindenekelőtt élettünemény és így az élettan egy problémája.

Sachs munkáiból kitűnik, hogy ő minden ízében modern természettudós, aki az élettünemények taglalásában nem tűr meg semmi természetfölötti tényezőt, s akinél az úgynevezett »életerő« föltevésének nyomát sem találjuk. Mindenben a tünemények közt fennálló oksági kapcsolatot és az azokban nyilvánuló törvényszerűségeket kutatja. Szerinte az élettan, az élet lényegének megfelelőleg, külön, önálló tudomány, melynek történetéből világosan kitűnik, hogy a növények egyetlen egy élettüneményét sem találták fel a mechanika, fizika és kémia alapján tett levezetés által.

Sachs tanítványai és követői közül kivált *Pfeffer W.* említendő, aki nagyszámú önálló és igen beható vizsgálat mellett, legújabbán (1897—1904.) második kiadásban megjelent kézikönyvében mindazt összefoglalta, amit elődei és ő maga e téren hasznavehetőt teremtettek.

Az élettan körébe vonják most a szaporodást is, és ezzel összefügg a változékonyság, az öröklés és az új fajok keletkezésének kérdése, tehát azok a tényezők, melyek a *Darwin*-féle descendencia-elméletnek és ennek kapcsán a rendszernek alapját teszik. De mielőtt a tudósok e tárgyakkal foglalkozhattak volna, előbb a növények nemiségét kellett tisztába hozni.

A virágos növények nemiségét csak 1691-ben *Camerarius R. J.* (tübingeni tanár) fedezte fel, amennyiben kísérleti úton kimutatta, hogy a magvak keletkezéséhez a virágpornak közreműködése szükséges. Utána *Koelreuter J. G.* bebizonyította (1761—66), hogy különböző fajok kereszteződhetnek, és hogy így termékeny fajkeverékek (hybrid fajok) keletkezhetnek, míg 1793-ban *Sprengel Conrad* először figyelte meg azon csudálatos berendezéseket, amelyek a megtermékenyítés céljából a virágok és rovarok közt fennállanak, kimutatva egyúttal, hogy ugyanazon faj különböző virágjai és egyedei között, ez úton, bizonyos neme a kereszteződésnek megy végbe; ennek célját abban találja, miszerint a természet, úgy látszik nem akarja, hogy valamely virág saját virágpóra által megtermékenyítessék. Ez érdekes eredmény később, kivált *Darwin* által, nagyobb jelentőséget nyert és ugyanaz áll az 1837-ben, *Gärtner C. F.* által, a kereszteződésre és beporozásra vonatkozólag tett igen beható kísérletekre nézve is. Ekkoráig azonban a virágpornak a csira létrehozásában való közreműködése egészen homályban volt, mígnem *Amici* 1823-ban arra a fontos felfedezésre jutott, hogy a virágporsejtek tömlőt hajtanak, és hogy ez nemcsak a maghonba, hanem a magkezdemény (magrügy) nyílásába is behatol. *Schleiden*, ezt a megfigyelést folytatva, téves felfogásra jutott ugyan, — amennyiben a csira képződését a behatolt virágportömlő végébe helyezte — de a kérdés napirenden maradt, mígnem *Unger* és kivált *Hofmeister* (1849) kutatásaiból kitűnt, hogy a virágportömlő a magrügyben lévő petesejtet megtermékenyíti és ez utóbbiból fejlődik azután a csira. Legújabbán pedig *Guignard* és *Strasburger* (1900 körül) vizsgálataiból tudjuk, hogy látszólag kettős megtermékenyítés van, melynek értelme és jelentősége egyelőre nincsen még tisztázva.

Még fontosabbak és jelentősebbek *Ikeno*, *Miyake* és *Hirasé* japán botanikusok és az amerikai *Webber* felfedezései, hogy a *Cycadeák* és a *Ginkgo* virágportömlőjében a generatív magvak helyett sajátságos spermatozoidok keletkeznek. Az ezeket létrehozó sejteket már *Jurányi* (1870) észrevette a *Ceratozamia* virágportömlőjében. Így tehát e növények a virágtalan (kryptogam) növényekhez közel állnak, ahol, mint hallani fogjuk, rendesen spermatozoidok végzik a termékenyítést. A virágtalan növények nemiségét és ivaros szaporodását csak sokkal későbbben ismerték fel. *Vaucher* (1803) a *Spirogyra* párzását nemi folyamatnak tekintette, 1822-ben *Nees von Esenbeck* a *Sphagnum*, 1828-ban *Bischoff* a *Chara* spermatozoidjait fedezte fel; ezeket követte 1849-ben *Nägeli*, aki a harasztokon talált spermatozoidokat. 1848-ban *Lesczyc-Suminsky* gróf azt a nevezetes megfigyelést tette, hogy a harasztok spermatozoidjai az ugyanott található sajátságos képletekbe (archegonium = női ivarszerv) behatolnak, s hogy ott a haraszt embriója keletkezik. Mindezt azután *Hofmeister W.* 1851-ben kibővítve, rendszeresen összeállította és ezzel a mohok és harasztok nemiségét és ivaros szaporodását világosan kiderítette.

A telepes növények, nevezetesen a moszatok és gombák nemisége és ivaros szaporodása, csak ezután kezdett tisztázódni. A moszatokra nézve az első erre vonatkozó megfigyeléseket *Thuret* (1853), *Pringsheim* (1855—58) és *Cohn* (1855) dolgozatainak köszönhetjük, és most a moszatok legnagyobb részénél ismerjük már az ivaros szaporodást. A gombákat erre nézve legelőször a *Tulasne* testvérek és *de Bary* vizsgálták meg, és most tudjuk, hogy míg az alsóbbrendű gombák ivaroson szaporodnak, addig *Brefeld* vizsgálatai értelmében a felsőbbrendűek csoportjaiban az ivaros szaporodást nem találhatni.

Az éppen idézett vizsgálatok eredményei, amilyen érdekesek mint élet-tünemények, épp olyan fontosak rendszertani szempontból is, amennyiben csak úgy nyerünk teljes betekintést valamely növény egész alakkörébe és rokonsági vonatkozásaiba, ha ivaros szaporodását és az embrió első keletkezését fel tudjuk tárni. Azért látjuk, hogy *Sprengel* és *Gärtner* fentemlített beporozási és kereszteződési kísérleteit *Darwin* teljesen méltányolta és új irányban folytatta, mert hiszen ezek oly viszonyokat derítenek fel, melyek összefüggnének a szaporodással és új alakok keletkezésével és így a *Darwin*-féle kiválogatódás tanának egyik alapját teszik. Azért válik érthetővé az is, hogy *Nägeli*, aki — mint fentebb említve van — már 1865-ben a *Darwin* elméletében szereplő hasznossági elvet a tökéletesedés elvével toldotta meg, egyúttal újabban (1884) a leszármazás tanát mechanikai és élettani alapon fejtegette, tehát egyenesen a fiziológia egyik problémájául tekintette és ezen az alapon fejlesztette tovább.

Darwin elméletének főérdeme az, hogy a fajok keletkezésére nézve az egyenkénti teremtés csodás tüneménye helyébe természeti tényezők hatását veszi fel, de azért *Darwin* elméletének végső következtetéseit nem vonta le, amennyiben az első lényeket teremtés útján keletkezetteknek tekinti. Ezzel szemben *Nägeli* kezdettől fogva odanyilatkozott, hogy az első lények is természeti úton, ősnemzés (generatio spontanea) által keletkeztek. Az ősnemzés létezése egyelőre nincsen ugyan kimutatva, de mivel az tudományos felfogásainak szükségképpen folyománya, így tárgya is a tudományos bűvárkodásnak.

A növényfiziológia — amint látható — a növényélet minden nyilvánulásával foglalkozik s azért az élet mibenlétét is kutatja. De hogy mi az élet? arra egyelőre kielégítő választ még nem tud adni.

* * *

A növénytan itt tárgyalt főirányai mellett egyes részei külön ágakká fejlődtek ki. Így a növényélettan egy részét újabban, mint biológiát, külön tárgyalják. De minthogy a biológia általában az élőről való tan, így tágasabb értelemben az állatokra és növényekre együttesen értendő és azon részét, mely az élő lények életviszonyaival foglalkozik, újabban *ökológia* névvel jelölik, bár erre is gyakran még a biológia elnevezést alkalmazzák.

Más ágai a növénytannak a *növényföldrajz*, mely a növények földrajzi elterjedésével foglalkozik és a *paleofitológia*, mely a kövült növénymaradványokat, a fosszil növényeket kutatja és tárgyalja.

A növények földrajzi elterjedésével már *Linné* s mások foglalkoztak, de mint külön tudományág a növényföldrajz a híres *Humboldt A.* (1805) munkájával vette kezdetét. *Humboldt* volt az első, aki a föld növényzetét az éghajlati övek és hegyi tájak szerint osztályozta és jellemezte. Utána a dán *Schouw* (1828) továbbfejlesztette a növényföldrajzt, a Föld növénytani osztályozását és a floraterületek megállapítását adva. *Unger* (1836) a növények elterjedését kivált a talaj minőségével hozta kapcsolatba. 1855-ben *de Candolle Alph.* és 1871-ben *Grisebach A.* a növények elterjedését vonatkozásba hozták a talajjal és klímával; vizsgálták a növények vándorlását és az egyéb, most működő tényezőktől való függését, de amellet mindenkor csak a mostani növényzetre voltak tekintettel.

Unger F., még inkább *Heer O.* és mások a fosszil növények tárgyalását vonatkozásba hozták a mostani növényzettel és utóbbinak összefüggését az előbbivel mutatták ki, ami természetesen a növényföldrajz további fejlődésére is befolyt és egy új irányra, a történeti növényföldrajzra vezetett. Amint ugyanis a Föld jelenlegi állapota az előző geológiai korszakok következménye, úgy a mostani növényzet is csak folytatása a megelőzőnek, a részben kihaltaknak, a csak fosszil állapotban megmaradottnak.

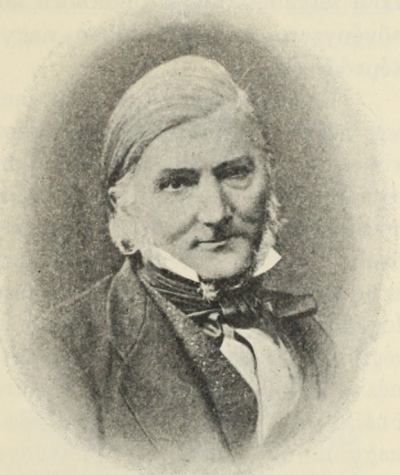
Ezt az új irányt *Engler A.* indította meg. Bár ez az irány az egyedüli, amely a növényföldrajz terén kielégítő eredményekhez vezethet, újabban mégis jelentek meg munkák, melyek vagy *Grisebach* értelmében tárgyalják a növényföldrajzot, mint *Drude* (1890), vagy egyoldalú, bár modern biológiai vagyis ökológiai szempontból indulnak ki, így *Warming E.* (1896) és *Schimper A. F. W.* műve (1898).

Az őskori növényzet maradványait, a fosszil növényeket 1700 körül *Scheuchzer J. J.* kezdte legelőször gyűjteni és leírni, s őt követték mások is, de csak *Sternberg Kaspar* gróf volt az, aki 1820—1838-ban a fosszil növények első tudományos összeállítását adta. Ugyanakkor Franciaországban *Brogniart A.* az eddig talált fosszil növények rendszerbe foglalásával próbálkozott meg. A fosszil növények tanulmányozása új lendületet nyert az által, hogy 1831-ben

Witham Henry a fosszil fákról először állított elő vékony, a mikroszkópi vizsgálatra alkalmas csiszolatokat, miáltal ezeknek a fáknak a felismerése lehetőségessé vált, amint az *Brown R.*, *Brogniart*, *Corda* és kivált *Goeppert* (1850) erre vonatkozó munkáiból kitűnik.

1850 körül különösen *Unger F.*, aki a növénytan más irányjaiban is jeleskedett, fejtett ki nagy és sikeres munkásságot a fosszil növények tanulmányozásában, miáltal odaajutott, hogy már *Darwin* előtt kimondhatta, hogy a fajok az idők folyamán egymásból származtak. (67. lap.) A fosszil növények tanulmányozásában botanikai alapon állva, mindig tekintettel volt a mostani növényzetre is, amennyiben ezt vonatkozásba hozta a fosszil növényekkel és ez úton általános geológiai következtetésekre is jutott.

Még inkább sikerült ez *Heer Oswald*-nak, aki (1850 — 1883) nagyszabású és szakadatlan munkásságot fejtett ki a fosszil növények kutatása körül. Munkái igen sok új növény leírását tartalmazzák, igen fontos következtetésekre is vezettek az akkori korszakok klímájára és a szárazföld alakulási viszonyaira nézve, egyúttal nagyfontosságú növényföldrajzi és növénytörténeti, sőt általános geológiai eredményeket nyújtanak, olyannyira, hogy ezáltal *Heer*-nek sikerült a geológiai szaktekintélyek teljes elismerését kinyernie, akik eddig a phytopalaeontológiai kutatások eredményeit



47. ábra. Heer Oswald.

nem igen vették sokba és nem tartották alkalmasaknak geológiai kormeghatározásokra. Legnagyobb jelentőségűek *Heer*-nek a sarkvidéki fosszil florára vonatkozólag levont következtetései és eredményei. Az ő vizsgálataiból először is kitűnt, hogy ott, ahol most örökös hó és jég takarja a földet, azelőtt gazdag növényzet terült el, mely a mostan ott élőtől teljesen elüt és határozottan déli jellemű volt.

A sarkvidéki fosszil növények tanulmányozása a növények története szempontjából is igen fontosnak bizonyult. Így, hogy csak néhány példát említsünk, *Heer* a grönlandi Kome melletti, szerinte az alsó krétához (urgon) tartozó rétegben, melynek növényei a jurabeli növényekhez csatlakoznak, a *Populus primaeva*-t a legelső és legrégibb lombosfának, tehát első kétszíkű növénynek mutatta ki, és ez szerinte a felső krétában mint *P. Berggreni*, a miocénben mint *P. mutabilis* csatlakozik a jelenkori, kisázsiai *P. euphratica*-hoz. A *Taxodium distichum miocenum*-ra nézve pedig kimondja, hogy ez, mint a miocén egyik leggyakoribb és legelterjedtebb növénye, egészen változatlanul maradt mostanáig, de a jelenkorban, mint *T. distichum*, csak egy helyen — Észak-Amerika Egyesült-Államaiban — bírta magát fenntartani. Érthető azért,

hogy *Heer* tapasztalatai alapján már 1855-ben, tehát *Darwin* előtt, odajutott, hogy kijelentse, miszerint »a növényzet harmónikus egész, melyben az összes tagok genetikusszerű összefüggésben vannak egymással«.

Életének utolsó évében *Heer* kimutatja, hogy Svájc nivális flórája az északi sark körüli területekével oly közös vonásokat tüntet fel, hogy kiindulópontjául szintén a sarkvidéket, nevezetesen Skandináviát kell tekintenünk. S így *Heer* szerint »a krétakorszakban, a tertiárban és a mostani korban ugyanazon tünteményre bukkanunk, hogy tudniillik Európa és Északamerika bizonyos számú fajokat közösen bír, amelyek akkor az arktikus vidéken is otthonosak voltak, és így nagyon valószínűleg onnan, mint eredeti hazájukból, indultak ki. Ugyanazon folyamat tehát különböző korszakokban ismétlődött s így a magas északi növényzete minden időben nagy befolyással volt Európa növényvilágának képződésére«.

Ez egyszersmind az alap, melyből *Engler* (78. lap) kiindult, mikor a jelenlegi növényzet földrajzi elterjedésének tárgyalásában a tertiár korszakra ment vissza, így egyúttal a növényföldrajznak egy új irányát kezdve meg. *Heer*-rel egyidejűleg és utána a fosszilis növények számos kutatói közül kivált a következők említendőek még: először Franciaországban *de Saporta G.*, ki számos kisebb, önálló művén kívül, *Marion*-nal együtt, nagyobb munkában (1881—1885) a növényzetnek a geológiai korszakokon keresztül történt fejlődését is összefoglalóan tárgyalta; másodszor szintén Franciaországban *Renault B.*, ki a régebbi korszakok fosszilis növényeit vizsgálva, különösen a harasztformájúakra nézve jutott fontos eredményekre; harmadszor pedig *Schenk A.*, ki számos önálló dolgozat mellett, az általa — más szerzőkkel együtt — kiadott összegező nagy munkában a fosszilis növények körül elért eredményeket összefoglalva, kijelenti, hogy ismereteink e tekintetben még igen hiányosak és úgy a rendszertanra, mint a növények származásánára vonatkozólag még ki nem elégítők.

Az említett munka után *Schenk*, *Schimper W. Ph.*-nek egy be nem fejezett munkáját kiegészítve, rendszerbe foglalva állította össze a fosszilis növényekre vonatkozólag eddig nyert tényeket.

A fosszilis flórára vonatkozó közlésekből kitűnik, hogy a növényország a Földön egyszerű alakokkal kezdődött és lassankint mindinkább tökéletesebb és bonyolódottabb lett, míg a mostani változatos képet nyerte, de az egyes növénycsoportok mikénti kapcsolódásáról és egymásba való átmeneteléről egyelőre biztos ismereteink még nincsenek.

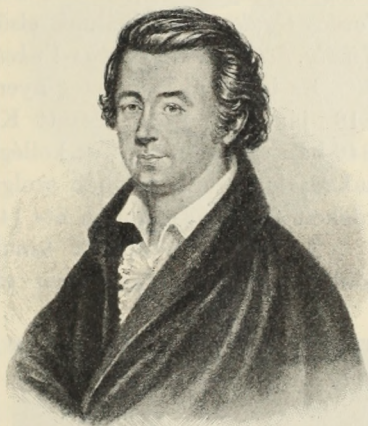
* * *

A növénytan általános történetének vázolója után térjünk át a hazánkban e téren tett fáradozások és törekvések összefoglaló tárgyalására.

Magyarországon a természettudományokkal való foglalkozás csak későn indulhatott meg. Saját önállóságáért és a keleti barbárság ellen küzdve, Magyarországon sokáig nem voltak meg a tudományos foglalkozáshoz alkalmas körülmények. A reformáció korszaka a tudományos foglalkozás tekintetében javulást hozott létre. Meg lévén nyitva az út a szabad gondolkodásnak és önálló

kutatásnak, magyar ifjak is — nevezetesen teológusok — az új tan megismerése céljából Németországba indultak, ahol ezen ország egyéb tudományos törekvéseivel is megismerkedtek. Így történt, hogy az első, növényekről szóló *magyar munka* protestáns teológustól való. Ez a férfiú *Horhi Melius (Juhász, Ihász) Péter*, ki 1538-ban Debrecenbe visszakerülve, számos teológiai munkán kívül a következő könyvet is írta: »Herbariom az faknac fvényekne nevekről, természetekről és hasznairól, Magyar nyelvre és ez rendre hozza az Doktoroc Könyveiből az *Horhi Melius Péter*. Nyomatott Colosvárot Heltai Gáspárné Műhelyébe. 1578 esztendőben«. Ez a munka, mint a címből is kivehető, az első német »Kräuter-Bücher«-ek mintájára készült, de ábrákat nem tartalmaz.

Jelentősebb mozzanat a magyar botanika történetében csak jóval később történt, még pedig az egyetem alapításával és az első növénytani tanszék felállításával. 1770-ben lett *Winterl Jakab József* első tanára a növénytanak és vegytannak. Így megvolt a hely a növénytan szakszerű művelésére, és az első, ki e helyen jelentősebb növénytani munkásságot fejtett ki, *Kitaibel Pál* volt. Nagymártonban (Sopron megye) született 1757 február 3-án, 1784-ben adjunktus lett *Winterl* oldala mellett, 1802-ben címzetes rendes tanárrá, majd 1807-ben a növénykert igazgatójává nevezték ki és 1817-ben halt meg, anélkül hogy az egyetemen valamikor előadott volna. 1792—1815-ig ismételten beutazta Magyarországnak különböző vidékeit és azon nevezetes növénygyűjtéseket végezte, melyek Magyarország gazdag és sajátos növényzetét megismertették. Utazásainak növénytani eredményeit mecenása, gróf *Waldstein Ferenc Ádám*, sajnos nem magyar, hanem latin nyelven adta ki díszes munkában, melynek címe: »Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae«. 3 volumina. Vienna, 1802—12. Halála után nagyszámú jegyzeteiből összeállított további adatok jelentek meg »Reliquiae Kitaibelianae« címen, gazdag gyűjteményét pedig József nádor a Magyar Nemzeti Múzeumnak ajándékozta.



48. ábra. Kitaibel Pál.

Kitaibel indította meg Magyarországon az önálló tudományos munkálkodást a növénytan terén és munkái, valamint gyűjteményei most is alapját és kiinduló pontját teszik a további, Magyarország virágos növényeinek megismerésére irányuló megfigyeléseknek. Az így megnyitott úton *Kitaibel*-t mások is követték. 1807-ben *Diószegi S.* és *Fazekas M.* Debrecenben kiadják: »Magyar füvészkönyv, melly a két magyar hazában találtatható növényeknek megismerésére vezet a Linné alkotmánya szerint« című munkájukat, mely sokáig az egyedüli magyar mű a hazai növények meghatározására, a növénytani műkifejezések tekintetében pedig úttörő és alapvető. 1800-tól 1850-ig Magyarország növénytani megismerésén különösen a következők fáradoztak: *Rochel Antal*,

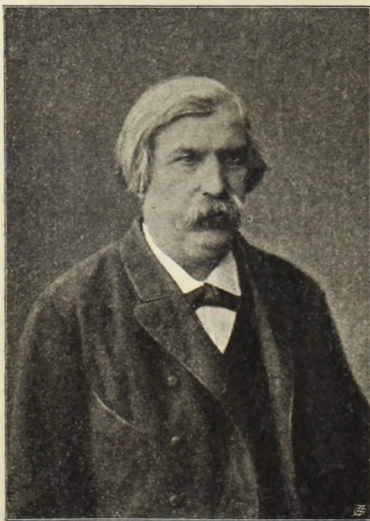
a svéd *Wahlenberg G.*, *Baumgarten*, *Haberle*, *Sadler József*, *Wierzbicki*, *Láng F. A.*, *Heuffel János* és mások. Ez időbe esik *Endlicher István* feltűnése, ki Pozsonyban született és 1830-ban írta meg a »Flora Posoniensis«-t, azután Bécsben a növénytan nagyhírű tanára lett (66. lap).

Az eddigi törekvések után a mult század ötvenes éveiben egy új irány első hajnalpirkadása jelentkezett, amennyiben *Dorner József*, a szarvasi, majd a pesti evangélikus gimnázium tanára, a nagyítót, — mikroszkópot — alkalmazta a növények tanulmányozásában és erre vonatkozólag több, magyar nyelven írott közleményt és ismertetést bocsátott közre. A szerény kezdet azonban egyelőre nem talált folytatást, mert az akkori tudományos viszonyok ezt még nem tették lehetségessé.

Igy azután a növénytannal foglalkozók törekvései megint csak főképpen az ország növényeinek gyűjtésére és ismertetésére irányultak, és e tekintetben kivált *Kovács Gyula* — ki nálunk elsőnek foglalkozott fosszil növényekkel — *Fuss Mihály*, *Schur J. F.*, *Farkas-Vukotinovic Lajos*, *Janka Viktor* és mások említendők.

Ez irány új lendületet nyert *Hazslinszky Frigyes* fellépésével. *Hazslinszky* 1818 január 6-án született Kézmárkon és tanulmányainak elvégzése után 1846-ban az eperjesi híres kollégium tanára lett, »hol élete végeig csendes, de szakadatlan munkásságban szolgálta lelkesen a tudomány, a haza s a tanügy érdekeit teljes félszázadon át« (49. ábra).

A virágos növények tanulmányozására irányult törekvései csakhamar előbb az »Északi Magyarhon viránya« (1864), majd a »Magyarhon edényes



49. ábra. Hazslinszky Frigyes.

növényeinek fűvészeti kézikönyve« (1872) című munkák kiadására vezettek. Ezek a munkák önálló gyűjtéseken alapuló oly kézikönyvek, melyek a virágos növények meghatározása céljának jobban megfeleltek mint az eddigiek. Ezután *Hazslinszky* kizárólag a kryptogam növények gyűjtésébe és tanulmányozásába fogott és ennek eredményeként előbb »Magyarország és társországai moszatvirányát« (1867), majd »Adatok Magyarhon zuzmó virányához« adja ki, utána pedig megírja »A magyar birodalom zuzmó-flóráját« (1884) és »A magyar birodalom moh-flóráját« (1885). Ezzel egyidejűleg (1864—95) azonban szorgalmasan tanulmányozta a gombákat is, melyeknek majdnem minden főcsoportjáról adott ki tartalmas és terjedelmes közleményeket. A gombákról akkor még *Kalchbrenner Károly* és *Schulzer von Müggenburg* is adtak ki munkákat és ismertetéseket.

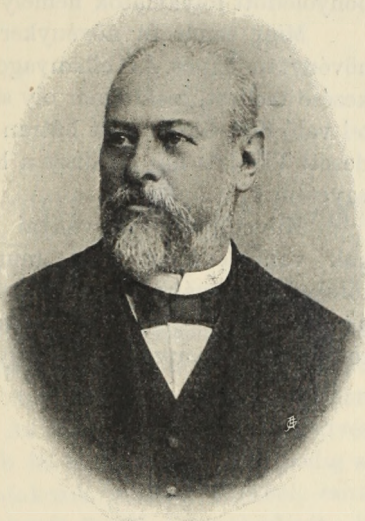
Hazslinszky így megalapozta a magyarországi kryptogam növények ismeretét és ezzel szerencsésen egészítette ki *Kitaibel* és követőinek munkáját, kik majdnem kizárólag csak a virágos növényekkel foglalkoztak. Áttekintve

pedig egész munkálkodásának eredményeit, őszinte tisztelettel kell meghajolnunk az előtt a férfi előtt, aki mostoha körülmények között, mint egy vidéki szegény intézet tanára, oly szép sikereket tudott elérni. Fényes példa arra, hogy a tudomány iránti szeretet és lelkesedés legyőzi a nehézségeket és diadalra viszi a türelmes szorgalommal párosult munkát.

Nagy érdeme volt *Hazslinszky*-nak abban is, hogy másokat is tudott buzdítani a növénytannal való foglalkozásra. Az ő iskolájából több botanikusunk került ki; ezekhez tartozott *Jurányi Lajos* is, aki a *Schleiden* által megindított modern növénytannak Magyarországon első képviselője és a budapesti egyetemen első hirdetője volt.

Jurányi Lajos 1837 augusztus 25-én született Nyiregyházán, hol atyja evangélikus tanító, majd lelkész és igazgató-tanár volt. *Jurányi* Eperjesen végezte a főgimnázium négy felső osztályát (1856-ban), ahol *Hazslinszky* befolyása alatt már gyűjtött növényeket és előszeretettel foglalkozott velük. Ezután a pesti egyetemre kerülve, 1862-ben orvosdoktor lett, de amellett növénytani tanulmányait is folytatta. 1863-ban »kiváló képességének elismerésül« a Schordán-féle ösztöndíjjal külföldre küldetvén ki, — oly célból, hogy »magát a tudományos növénytani buvárlatban továbbképezze« — egy évet Bécsben és egy évet Jenában töltött, utóbbi helyen *Pringsheim N.* oldala mellett önálló mikroszkópi vizsgálatokkal foglalkozva. Hazakerülve, 1866-ban a pesti egyetem növénytani tanszékére nevezték ki és ezzel megnyílt előtte a tér, hogy kizárólag kedvenc tudományával foglalkozhassék. Működésével nálunk a növénytan ügyét hathatósan előmozdította, nemcsak azzal, amit közzétett, hanem még inkább azzal, hogy a növénytannak nálunk új, modern irányt jelölt ki. És minthogy valamely tudós értékét nem mindig az határozza meg, hogy mennyit, hanem hogy mit írt, bátran mondhatjuk, hogy *Jurányi* néhány önálló dolgozata a tudomány szempontjából többet ér, mint sok másnak kis könyvtárt kitevő munkahalmaza.

Jurányi önálló vizsgálataiban mindenkor a napirenden levő kérdésekkel foglalkozott, amelyeknek kedvező eldöntésétől ismereteink előbbrevitelét várhatta. Így a *Ceratozamia* virágporsejtjeire vonatkozó megfigyeléseivel nemcsak azoknak sajátos alkotását derítette ki, de egyúttal első volt, ki e növény virágpor-tömlőjében azt a két sejtet is észlelte, amelyből, mint most tudjuk, spermatozoidok fejlődnek ki (77. oldal). Adatait a külföld őszinte elismeréssel fogadta és azért úgy azok, mint a hozzájuk tartozó ábrák, a legjelesebb szakkönyvekben megtalálhatók. Ugyanaz áll többi dolgozataira nézve is, amelyek mind ismereteinknek lényeges módon való gyarapítását eredményezték. E dolgozatok



50. ábra. *Jurányi Lajos*.

az *Oedogonium diplandrum* nemzési folyamatára, a *Salvinia*, *Pilularia*, *Psilotum* és *Tmesipteris* spóráképződésére és egyéb jelenségeire vonatkoznak. A kivált *Strasburger*, egykori jenai társa által megindított tanulmányokkal a magoszlással *Jurányi* is igen behatóan foglalkozott és vizsgálataival e bonyolódott folyamatok némely vitás kérdésének tisztázásához hozzájárult.

Mint tanár és növénykerti igazgató szintén hathatósan segítette elő a növénytan ügyét. Az elhanyagolt növénykertet, *Fekete József* főkertész segédkezése mellett, csakhamar oly színvonalra emelte, hogy a legtöbb külföldi kerttel való összehasonlítást bátran kiállhatta; a hosszú fáradozások után berendezett Viktória-ház oly díszre a budapesti növénykertnek, aminővel csak kevés egyetem dicsekedhetik.

Követői és tanítványai sorából a növénytan majdnem minden ágának vannak most már munkásai, akik mindnyájan az ő szellemében törekednek tovább vinni a növények tudományát, egyrészt azért, hogy hazánk növénytani megismerését elősegítsék, másrészt pedig, hogy önálló vizsgálatokkal Magyarországnak is helyet biztosítsanak a kulturnemzetek sorában.



A NÖVÉNYI TEST ALAKI TULAJDONSÁGAI.

HA NÖVÉNYPAGOT vetünk el, belőle rövidebb-hosszabb idő alatt, kedvező körülmények között, kis növényke fejlődik, melyet *csiranövénynek* nevezünk. A csiranövény minden élő magban eleve bennfoglaltatik embrionális állapotban. Az elvetett mag héja a nedveség, víz behatására mindjobban ellágyul, utóbb fel is reped, eközben pedig az erősen gyarapodott embrió mindinkább kibontakozik a mag héjából, csiranövénnyé lesz és mint ilyen csakhamar megkezdí önálló életműködését. Az elvetett mag kicsirázott.

A csiranövény teste mindenkor kissé megnyúlt tengelyből és az abból eredő oldalképletekből áll. A tengelynek alsó, a talajba hatoló részét *gyökérnek*, a tengelynek felső, a talajból kiemelkedő részét pedig *szárnak* nevezzük. A gyökérből eredő oldalképletek a tengely ezen részével teljesen azonosak ; nem azonosak azonban azon oldalképletek, melyek a tengely másik részéből, a szárból erednek, mert ezek nemcsak külső alakjuknál és belső szerkezetüknel fogva különböznek tőle lényegesen, de hivatásuk is más. A gyökérnek vele azonos oldalképleteit *gyökérágaknak*, a szárnak tőle eltérő oldalképleteit *leveleknek* nevezzük. Mindezek értelmében tehát a csiranövénnyen *gyökeret*, *szárat* és *levelet* lehet megkülönböztetni.

A csiranövénnyen úgy a gyökér, mint a szár csúcsával erősen növekedik, a növényi test tehát kétirányú, bipoláris tengelye mindinkább gyarapszik lefelé és fölfelé és ezen gyarapodása közben új oldalképleteket is létesít. A gyökérnek új oldalképletei is mind azonosak a korábbiakkal, a szárnak új oldalképletei azonban már most kétfélek is lehetnek ; legtöbbször a leveleken kívül olyanok is keletkeznek a száron, melyek vele szintén azonosak, tehát ugyancsak ágai a tengely ezen részének, vagyis a szárnak és ezeket *szárágaknak*, rövidesen csak *ágaknak* nevezzük ; ezek ugyancsak fejlesztenek leveleket.

A csiranövénnyből továbbfejlődő növényen legtöbbször úgy a gyökérágak, mint a szárágak újból és ismételten elágaznak, a talajban egy külön gyökérrendszer és a talaj fölött egy külön, leveles ágrendszer keletkezik. Mindkettő elérí kialakulásának legmagasabb fokát számos éven át élő fáinknak hatalmas

bipoláris testén, legszegényebb marad ellenben a csak egy-két hónapig élő, vagy még annál is rövidebb életű lágyszárú növényeinken.

Gyökér, szár és levél teszik a növényi test *tenyészet*i vagy *vegetatív* részeit vagy szerveit, mert részint a növényi test gyarapodására szükséges táplálék megszerzésére, részint a megszerzett táplálék áthasonítására vannak hivatva; de a növényi test eléri utóbb életének azt a korát, amidőn szaporodásáról is kell gondoskodnia, hogy faja fennmaradhasson, miért is új szerveket fejleszt; tengelyrendszerén új, az eddigiektől teljesen eltérő szervek keletkeznek, ezek a *szaporodási szervek*, amelyek a legtöbb esetben mint módosult levél- és ágképletek alakulnak meg és csak elvétve mint módosult gyökérágképletek. A szaporodási vagy *reproduktív* szervek a legváltozatosabbak, szerepük a növények életében legfontosabb és ezért ezeknek tanulmányozása is legérdekesebb. A mag, mely hosszú, gyakran bonyolult életfolyamatok eredménye, szintén nem egyéb mint a növényi testnek egyik szaporodási szerve.

A magból fejlődő és magot termő növényeket a tudományban *magvas növényeknek* nevezzük, de igen sok olyan növény van, amely magot nem terem és így magból nem is fejlődik, ezek az ú. n. *spórás növények*. Amint a magvas növények egész életfolyamata a magvak képzésében tetőzik, úgy a spórás növények egész életfolyama a spórának, mint a faj fennmaradását és szaporítását biztosító szerveknek, létesítésére irányul.

A spórák igen egyszerű szerkezetű, többnyire igen apró, gömbalakú testcskék; a maghéjhoz hasonló burokkal nem bírnak, de van erősebb, ellentállóbb hártájuk; ezen, minden külső káros behatás ellen kellően óvó hártján belül pedig nem embrió, hanem a spóra tartalma foglal helyet, amelynek javarészt a protoplazma teszi ki, mint minden szerves testnek alkotó anyaga. Ebből a spóratartalomból indul fejlődésnek közvetlenül vagy közvetve a spórás növény, ha a spóra, úgy mint a mag, kedvező körülmények közé jut.

A kifejlett spórás növények teste igen változatos alakú és szerkezetű, az összes alakok azonban csak három főtípusba oszthatók.

Az egyik típus, hová a legmagasabbrandú spórás növények tartoznak, a magvas növényekéhez áll legközelebb, amennyiben a növényi test, különösen fiatal korában, szintén bipoláris, gyökérre és szárra tagolódó tengelyből és az ezekre a részekre jellemző azonos, illetőleg azonos és nem azonos oldalképletekből áll, a főkülönbség pedig a teljesen eltérő szaporítószervek létesítésében rejlik. Ilyen spórás növények az *edényes kriptogamok*.

A másik típus a *mohok* típusa, amelyeken a test tengelye mindenkor csak unipoláris, csak egyik, felső végén van továbbnövekedő csúcsa, egész terjedelmében szár, gyökérben sohasem folytatódik; a száron itt is vannak levelek, tehát tőle eltérő oldalképletek, de lehetnek oldalágai, vagyis vele azonos oldalképletei is.

A harmadik típushoz tartozó növények teste legkezdetlegesebb; ha tengelyes, legtöbbnyire unipoláris, de a mohok unipoláris tengelyétől abban különbözik, hogy csakis azonos oldalképleteket fejleszt, levelei nincsenek, belső szervezete pedig a lehető legegyszerűbb; igen gyakran lemezalakú vagy finom fonálhoz hasonló; a fonalat majd nagyobb, majd igen apró, csak nagytással

kivehető kamrácskák, a *sejtek* sorozata alkotja. Némely spórás növény teste több-kevesebb ilyen sejt egyszerű csoportosulásából, társulásából áll elő és sok olyan spórás növény is van, amelyeknek testét egyetlenegy ilyen sejt teszi, ezek az *egysejtű növények*. Mindezen, a harmadik típust jellemző legkülönbözőbb szerkezetű és alkotású növényeket a tudományban *telepesek* néven szokás összefoglalni, testüket pedig egyszerűen *telepnek* nevezik. Telepes növények a gombák, a zuzmók és a moszatok.

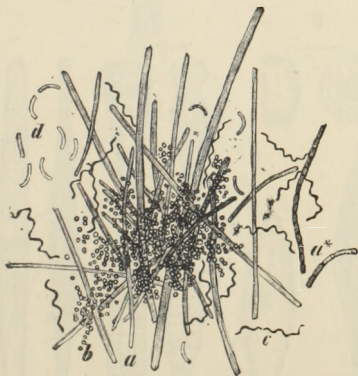
Mindezen típusok külalakjuk alapján igen könnyen megkülönböztethetők egymástól, de még élesebben határolja őket életmódjuk és szaporodásuk, mégis alaki tulajdonságaiknak pontos ismerete szükséges elsősorban, hogy a természetnek mindezen lényeivel közelebbről megismerkedhessünk.

I. A telepes növények.

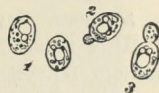
A telepes növények testét összes részeivel együtt *telepnek* nevezzük.

Van *egysejtű* és *több-soksejtű telep*.

A legalsóbbrangú növényeknek egész testét egyetlenegy sejt alkotja. Ily egysejtű telep legegyszerűbb alkotásában, mint mikroszkópikus szervezet, semminemű tagoltságot nem mutat, apoláris, részarányos, gyakran sugaras szerkezetű. Mindazon életfeladatokat, amelyek szükségesek a szervezet fenntartására és szaporodására, az apró sejt éltető tartalma egymagában végzi. Ilyen legegyszerűbb alkotású növényeket úgy a *gombák*, mint a *moszatok* körében lehet találni. Alakjuk fölötté változó: kis gömbalakú, apró, egyenes vagy görbült, hajlott vagy csavaros pálcikaalakú a *hasadó gombák* teste (51. ábra);

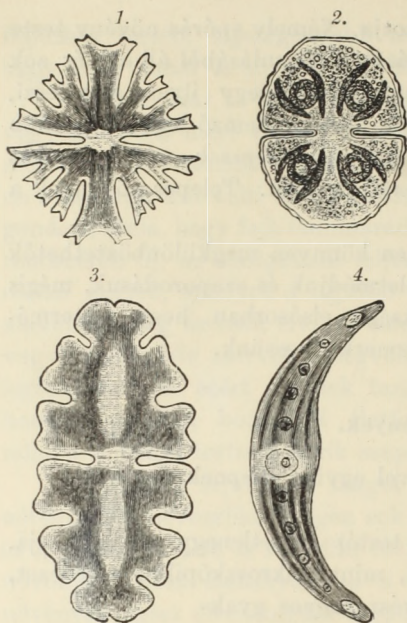


51. ábra. Egysejtű hasadó gombák a fogak nyálkájából: *a* *Lepothrix buccalis* (a* jóddal kezelve), *b* Mikrokokkusok, *c* *Spirochaete dentium* jóddal kezelve, *d* *Spirillum sputigenum*. 800-szor nagyítva. (Strasburger.)



52. ábra. *Saccharomyces cerevisiae*. 1. egysejtű növényké, 2. és 3. sarjadzó sejtek. 540-szer nagyítva. (Strasburger.)

az *élesztőgombák* (52. ábra); tányéralakú, korong-, orsó- stb. alakú a *Desmidiaceák* csoportjába tartozó egysejtű moszatok teste (53. ábra); dobozos szerkezetű orsódad-, csolnak-, korongalakú, ék- stb. alakú testtel bírnak az egysejtű *kovamoszatok* stb. (54. ábra). Mindezek legtöbbször szabadon élők, le nem kötött apró növényké s ha vízben élnek, még önkényes mozgásra is képesek. Hozzájuk legközelebb állanak azok az egysejtű növényké, amelyek nem szabadon élve, hanem más tárgyakhoz hozzátapadva vagy a talajhoz kötve élnek; ennél a körülménynél fogva a tagoltságnak már első nyomát mutatják, így pl. a mikroszkópikus *Characium* nevű kis körteképű moszat egysejtű testének alsó része kis, erősebb nyélbe húzódik ki, mely az egész növényke odatapadására szol-



53. ábra. Egysejtű Desmidiaceák.

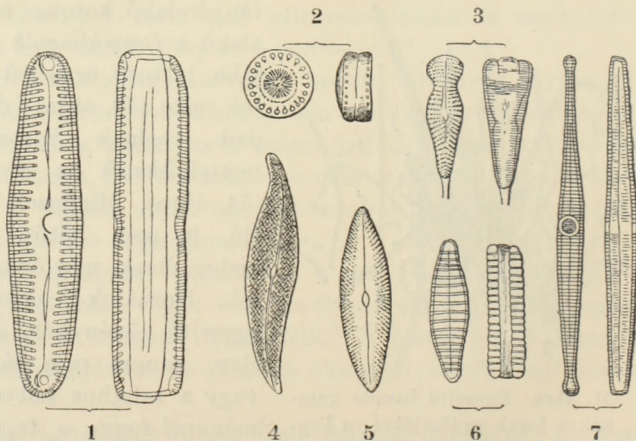
1. *Micrasterias Crux melitensis*, 2. *Cosmarium Botrytis*, 3. *Euastrum oblongum*,
4. *Closterium moniliferum*. Nagyítva.
(Giesenhagen.)

gál, míg felső, nagyobb része a növénykének tulajdonképi fontos életfeladatait teljesíti. (55. ábra.)

Még szembetünőbb a vízeink agyagos, iszapos, gyakran elöntött partjain termő *Botrydium* nevű makroszkópikus moszat egysejtű testének tagoltsága; itt a sejt alsó része a talajban finom, színtelen fonalas ágakra gazdagon ágazik szét, felső, a talajból szabadon kiálló része pedig olykor-olykor borsószem nagyságú, zöldszínű, hólyagszerű gömböt alkot. A *Botrydium*-nak két, élettani szempontból, de már külalakjára nézve is egymástól lényegesen eltérő részét külön névvel is jelöljük: alsó részét, mely mintegy a gyökérnek szerepét teljesíti, *rhizoid* részének, felső részét pedig, mely a szár és oldalképleteinek életműködéseit teljesíti, *cauloid* részének nevezük. (56. ábra.)

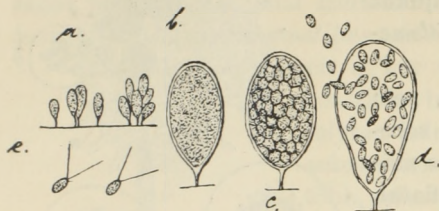
A többsejtű telep rendkívül sokféle; külső alakja és belső szerkezete csaknem növényfajonként változik. Legegyszerűbbek azok a formái, amelyeken a növényi test

összes sejtjei egyenlő értékűek, azaz egymással való összefüggésben is megőrzik önálló életműködésüket, úgy hogy ily többsejtű telep mintegy több, számos egyénnek (sejtnak) egyszerű társulásából áll elő. A társulás módját tekintve, az ily fajta többsejtű telepeket *sejtcsaládoknak*, *sejtkolóniáknak* és *coenobiumoknak* nevezük. — A sejtcsaládok többé-kevésbé határozott szabályos alakúak; határozott vagy határozatlan számú tagjai mindenkor egy közös nyálkás, hártványburokba zártak, mely még azon ősanypajzstól maradt meg, amelyből a család összes tag-



54. ábra. Egysejtű kovamoszatok. 1. *Pinnularia viridis*, 2. *Cyclotella operculata*, 3. *Gomphonema constrictum*, 4. *Pleurosigma Aestuarii*, 5. *Navicula palpebralis*, 6. *Diatoma vulgare*, 7. *Synedra pulchella*; a kettős képeken balra a sejt páncéli oldala, jobbra a sejt övi oldala rajzoltatott. Nagyítva. (Giesenhagen.)

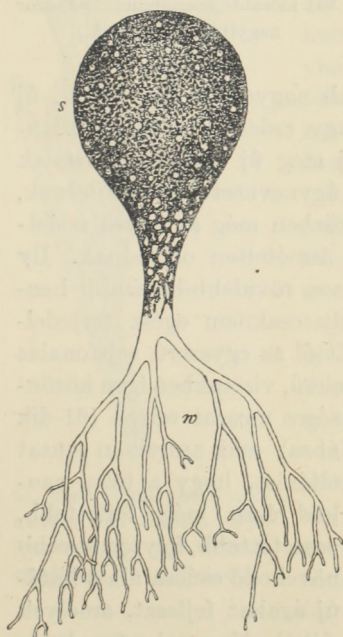
jai leszármaztak; ilyenek pl. a *Pandorina* (57. ábra), a *Gloeocapsa* nevű moszatok telepei. A sejtkolóniák többnyire határozatlan alakúak, határozatlan



55. ábra. *Characium Naegeli*. *a* oda-tapadó növénykék 300-szor nagyítva; *b* kis növényke 600-szor nagyítva; *c*, *d* zoogonidumok képződése, *e* zoogonidumok. (Nägeli.)

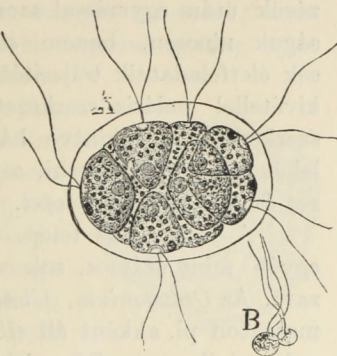
számú tagjai közös hártás burokba soha sincsenek bezárva, hanem csak a közös nyálkás alapanyagban van-

nak beágyazva, vagy ilyen anyag által tartatnak össze; ezt az egyes sejteket összetartó alapanyagot pedig maguk a kolónia tagjai választják ki, pl. a *Tetraspora* (58. ábra), a *Botryococcus* nevű moszatok telepei. A *coenobiumok* mindenkor határozott alakú, szép szabályos, soksejtű telepek; a sejteket csak igen fiatal korban zárja köröskörül annak a sejtnek a hártája, amely sejtnek tartalmából keletkeztek; a közös burok azonban csakhamar elpusztul és a szabályosan egymás mellé rendezkedő sejtek szorosabb, szövet-szerű összeköttetésbe lépnek egymással, anélkül azonban, hogy önállóságukat elvesztenék; ilyenek pl. a *Pediastrum* (59. ábra), a *Hydrodictyon* nevű

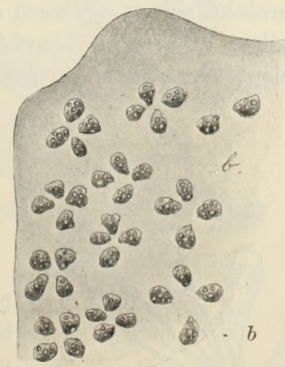
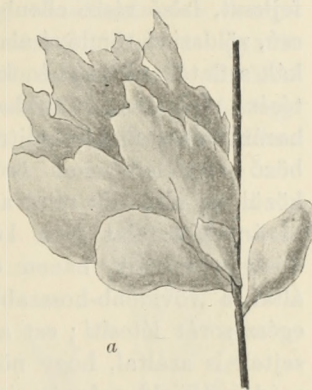


56. ábra. *Botrydium granulatum*. *s* a sejt cauloid, *w* rhizoid része. Nagyítva. (Woronin.)

moszatok szép telepei. Lényegesen különböznek a felsorolt több-soksejtű telepektől azok a többsejtű telepek, amelyeknek alkotó elemei mindjárt keletke-



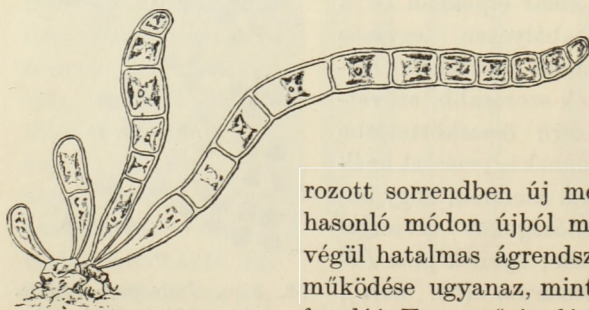
57. ábra. *Pandorina Morum*. *A* sejtesalád, *B* párosodó planogameták. 400-szor nagyítva. (Prantl.)



58. ábra. *Tetraspora bullosa*. *a* több hólyagalakú telep fűszálhoz tapadva természetes nagyságban; *b* teleprészlet. 600-szor nagyítva. Természet után rajzolta Moesz.

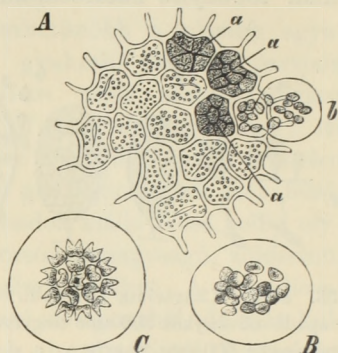
zésük után egymással szoros összefüggésben maradnak, egyenlőértékű önállóságuk nincsen, hanem *szövetet* alkotva, csak együttes működésben képesek életfeladataik teljesítésére. Ily telepek kevés kivétellel poláris szerkezetűek. Kialakulásukat, szerkezetüket tekintve háromféle főformájukat lehet megkülönböztetni, a *sejtfonalas*, a *sejtlemezes* és a *szövettestű telepet*.

A sejtfonalas telep, röviden *sejtfonál*, nem egyéb mint számos, sok sejtnek egyszerű sorozata. Az *Oedogonium*, *Ulothrix* (60. ábra) és más moszaton pl. akként áll elő, hogy az igen fiatal, valamelyik szaporító sejtéből kialakuló egysejtű fejletlen növényke két ellenkező irányban mutat csúcsnövekedést; a sejt alsó része, úgy mint a *Botrydium* sejtje, szintelen fonálszerű karélykákat fejleszt, felső része ellenben hosszabb, kúpos csúcsú, zöldszínű tömlővé alakul; a szintelen karélykák a fiatal növénykének a talajhoz való erősítésére szolgálnak. Csakhamar az egész sejt egy harántválaszfalal két sejtre oszlik, amelyek különböző életfeladatokat örökölnék és amíg ezek közül az alsó sejt mint az úgynevezett *alapsejt* csak nagyobbra növekedik, új harántválaszfalal nem képez, addig a felső sejt vagy *csúcssejt* nemcsak állandóan gyarapszik, hanem egész élettartama alatt új meg új harántválaszfalak által a rövidebb-hosszabb hengeralakú sejteknek, úgynevezett *szeletsejtek*nek, egész sorát létesíti; ezt a sejtsort gyarapíthatják közben még az egyes szeletsejtek is azáltal, hogy növekedve harántul szintén ismételten osztódnak. Ily módon áll elő aránylag igen rövid idő alatt a számos rövidebb-hosszabb hengeralakú sejt egyszerű sorából álló sejtfonál, mely csaknem egész terjedelmében az egész növénykének *cauloid* részét teszi. Ettől az egyszerű sejtfonalas teleptől az elágazó sejtfonál, mint pl. a *Cladophora* nevű, vizeinkben igen közös



60. ábra. Az *Ulothrix* fiatal növénykének egyszerű sejtfonalai. Nagyítva. (Giesenhagen.)

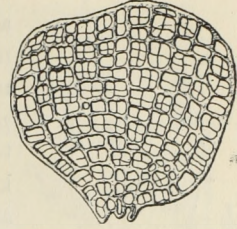
széles moszat telepe (61-dik ábra) csak annyiban mutat eltérést, hogy a telep *cauloid* része még fejlettebb, összetettebb, folyton tovább növekedő csúcsa alatt határozott sorrendben új meg új ágakat fejleszt, amelyek hasonló módon újból meg újból elágaznak, úgy hogy végül hatalmas ágrendszer keletkezik, amelynek életműködése ugyanaz, mint az *Oedogonium* egyszerű sejtfonaláé. Egyszerű és elágazó sejtfonalas telepek a *fonálmoszatok* sajátosságai, továbbá a legtöbb gombának vegetatív telepét, az ú. n. *myceliumot*, is sejtfonálrendszer alkotja.



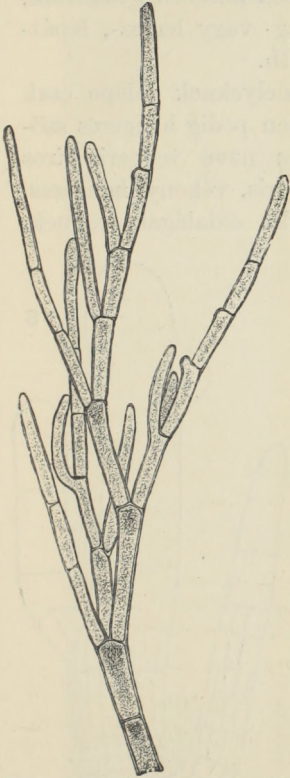
59. ábra. *Pediatrum granulatum*. A coenobium, a sejtek zoogonidiumokkal, b sejt 16 kiszabaduló zoogonidiummal. B igen fiatal coenobium. C előbbinél 4 1/2 órával idősebb coenobium. 300-szor nagyítva. (Braun A.)

A magasabbrendű *gombák*, *zuzmók* és némely tengeri moszatok teste ugyancsak sejtfonalakból épül fel, csakhogy ezeknek roppant gazdag sejtfonalszerve rendszere különbözőképen sűrűn összeszövődve, többé-kevésbé likacsos szövettetet alkot, melyet sajátos, jellemző anatómiai szerkezeténél fogva *fonalszövettestnek*, *pseudoparenchymatikus szövettestnek* is neveznek.

A *sejtlemezes* telepen a két irányban, haránt- és hosszirányban való sejtosztódás folytán keletkező sejteknek nagy száma nem egy sorban, hanem több, számos sorban marad szoros összefüggésben egymással, ezért az egyes sejtek itt sem nem korong-, sem nem hengeralakúak, mint a sejtfonalszerve telepen, hanem rendszerint kisebb-nagyobb sokszögletű táblaalakúak. A sejtlemez ritkán apoláris, amidőn fejlődése és gyarapodása nem csúcsnövekedéssel, hanem csakis területi növekedéssel történik, pl. a tiszta korongalakú vagy karélyos korongalakú telepű *Coleochaete* nevű édesvízi moszaton; legtöbbször a sejtlemezes telep is poláris szerkezetű, alapjával odaerősül az aljazathoz (substratumhoz), felső soksejtű részlete pedig a többi életfeladatok teljesítésére szolgál. — A poláris sejtlemez folytonos gyarapodása is, a sejtfonáléhoz hasonlóan, csúcssejttel történik, amely mindig csak egy síkban tovább és tovább osztódó szövetsejteket hoz létre. Az így mindin-



62. ábra. A *Prasiola* egyszerű sejtlemezes telepe. Nagyítva. (Giesenhagen.)



61. ábra. *Cladophora glomerata*. Az elágazó sejtfonalszerve telepe egy részlete. 48-szor nagyítva. (Schenck.)

kább növekedő sejtlemezes telep is vagy egyszerű marad, mint pl. a *Prasiola* nevű édesvízi moszat szalagos és más alakú telepe (62. ábra), vagy karélyosan elágazik. Az ágak itt ritkábban a továbbmüködő csúcssejt alatt fejlődnek, mint pl. az *Ulva* nevű tengeri zöld moszat nagy lebenyes telepén, többnyire azonban oly módon jönnek létre, hogy az elágazás céljából



63. ábra. *Hydrolapathum sanguineum*. Tengeri piros moszat; fél természetes nagyság. (Strasburger.)

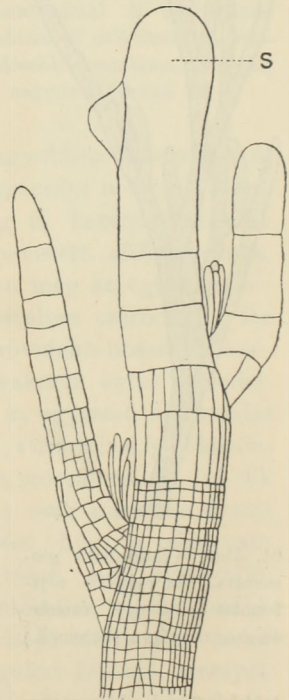
sajátságosan ketté oszlott csúcssejtből veszik eredetüket, minek következtében maga a telep csúcsa beszünteti előbbi működését, helyén pedig egyszerre két ág veszi át a telep gyarapítását, mint pl. a *Nitophyllum* tengeri piros moszat gyönyörű telepén. Az elágazásnak ezt a módját villás vagy *dichopodiális elágazásnak* nevezzük, míg az elágazásnak azt a nemét, midőn az ágak a tovább-növekedő csúcs alatt veszik eredésüket, *közalapos* vagy *monopodiális elágazásnak* mondják. A sejtlemezes telepek főleg tengeri piros, zöld és barna moszatok körében gyakoriak, külalakjuk igen sokféle, lehet szalag- vagy lemez-, lapátalakú, levélidomú, csöves, hólyagos stb.

Vannak tengeri moszatok, amelyeknek telepe csak részben sejtlemezes szerkezetű, részben pedig hengeres szövettestű, mint pl. a *Hydrolapathum* nevű tengeri piros moszat telepe (63. ábra), melynek poláris, vékony, hengeres, cauloid tengelyén sejtlemezes levélalakú oldalágak erednek, úgy hogy az egész telep valami magvas növény leveles hajtására emlékeztet.

A szövettestű telepek mind külalakjukra, mind belső szerkezetükre nézve legfejlettebbek; poláris tengelyük rendszerint rhizoid és cauloid részletre különül. A rhizoid részlet legtöbbször fejletlenebb, de azért gyakran nemcsak a növényi test odaerősítésére, hanem a talajban oldott táplálóanyagok felvételére is szolgál, tehát kettős életfeladatot végez. A cauloid részlet mindig az egész test javarészét teszi és a legkülönbözőbb alkotású és szerkezetű lehet. Ritkán egyszerű, többször gazdagon elágazó; az elágazás hol villás, hol közalapos. A szövettestű telepek fejlődése és alakulása rendkívül változatos; a hengeres, lapos, szalagos stb. alakú tengely összes elemei legtöbbször egy folyton növekedő és osztódó csúcssejtből származtathatók le; a csúcssejt hol egy, hol két sorban szeli le a szeletsejteket, amelyek azután három irányban, szélességük, hosszúságuk és vastagságuk irányában tovább osztódnak; az ily módon felszaporodó fióksejtek vagy öröklük az anyasejt osztódási képességét és módját, vagy nem; és eszerint áll be azután a telep legkülönbözőbb kialakulása, melyet az elágazás módja még fokoz (1. melléklet). A csúcssejt illetően működésének eredményét *sejtes* vagy *parenchymatikus szövettestnek* nevezzük, megkülönböztetésül a már más helyen

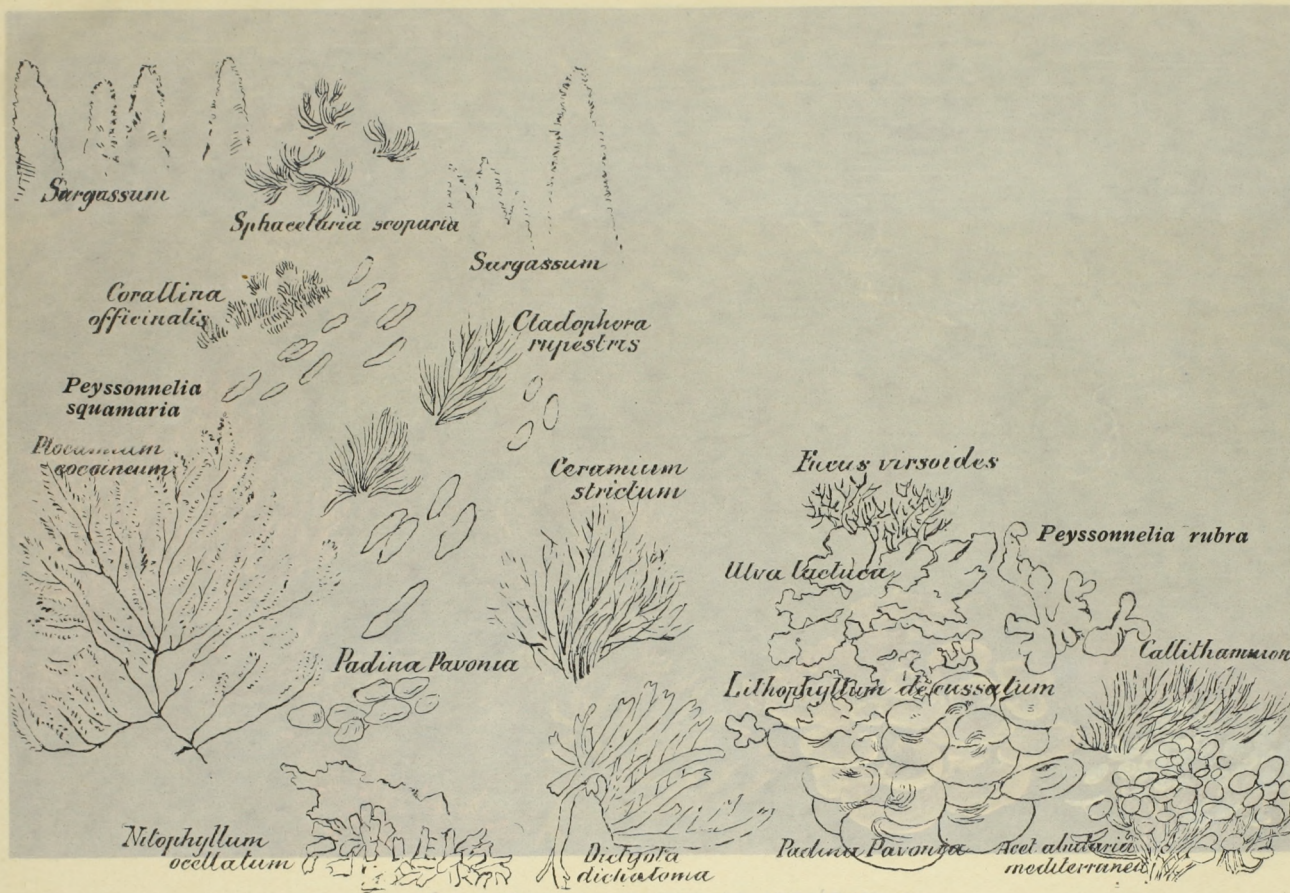


64. ábra. A *Chara gymnohylla* telep-részlete kibővítve. Természet után rajzolta Filarszky.



65. ábra. A *Stipocaulon*, tengeri barna moszat telep-részlete; S csúcssejt. Nagyítva. (Geyler.)

parenchymatikus szövettestnek nevezzük, megkülönböztetésül a már más helyen



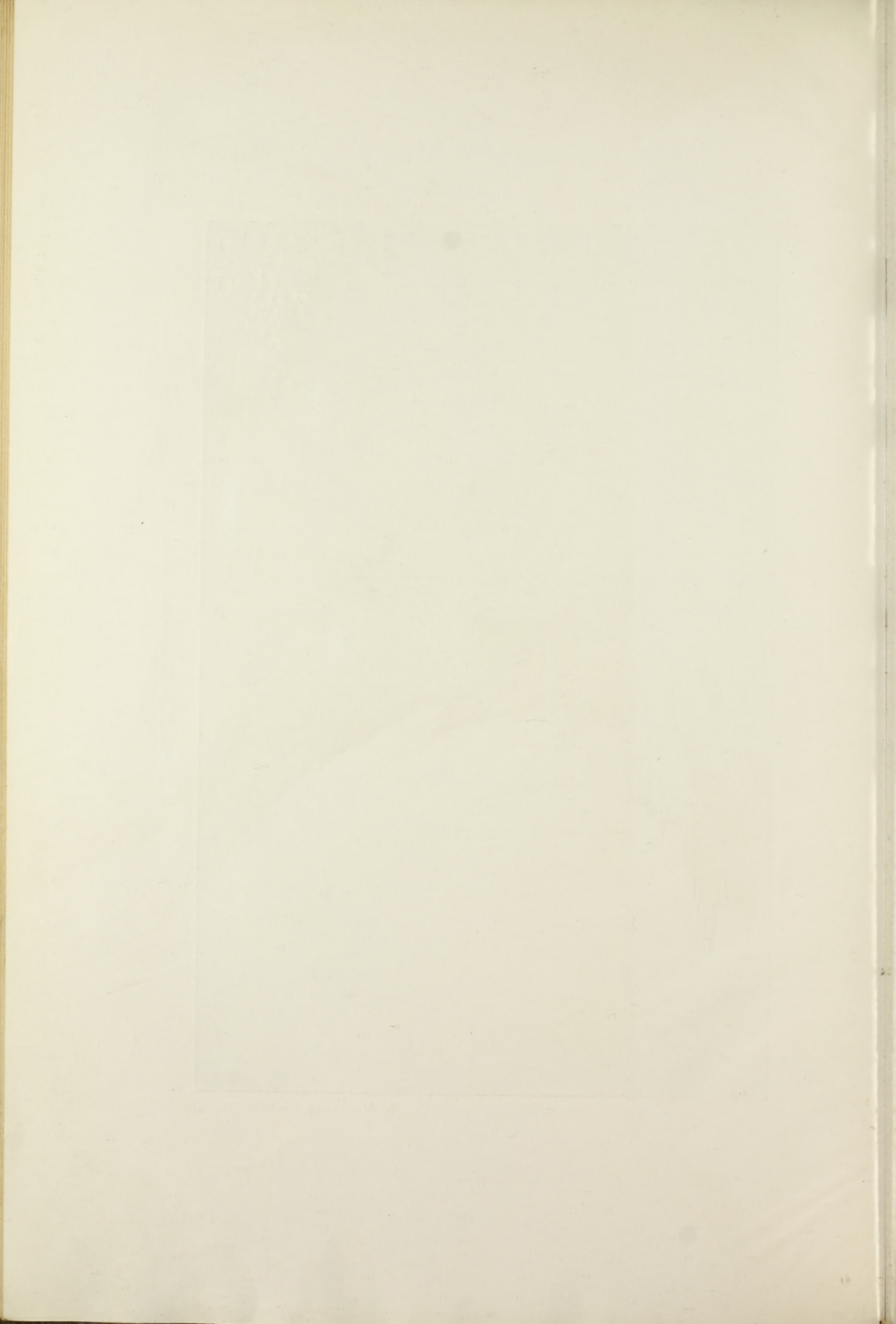
Az Alphonse L. L. nyoma.

I. TENGERI MOSZATOK AZ ADRIÁBAN.

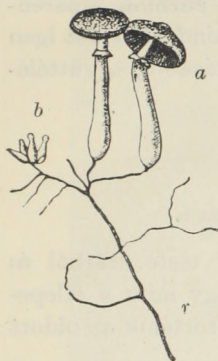
Az Alphenacum r.-l. nyomása.



1. TENGERI MOSZATOK AZ ADRIÁBAN.



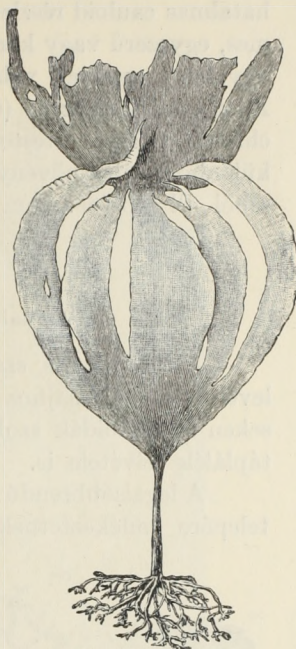
említett fonalas vagy álparenchymatikus szövettéstől. A sejtes szövettést fejlődésének és alakulásának tanulmányozására szép példákat nyújtanak az álló vizeinkben gyakori *Chara* nevű zöld moszat (64. ábra), a tengerben élő *Cladostephus* és *Stipocaulon* nevű barna moszatok. (65. ábra.)



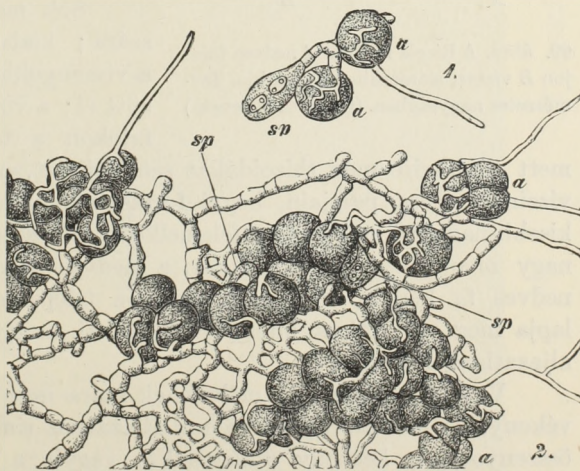
66. ábra. Az *Armillaria mellea* rhizomorphát *r* képező myceliuma érett *a* s igen fiatal termőstetekkel *b*. $\frac{1}{8}$ nagyság. (Hartig.)

A fonalas vagy álparenchymatikus szövettestű telepek legegyszerűbb formáját a gombák vegetatív testén találjuk; magasabbrendű gombák myceliuma többnyire már nem elágazó sejtfonál, hanem számos fonál szövődéke, mely sokszor tetemes vastagságot és hosszúságot ér el (66. ábra); ily felette gazdagon elágazó mycelium-kötegek néha messzire szétterjednek a televényes talajban, a korhadó fatörzsekben és más, a gombatest tenyészésének kedvező substratumokban; helyenként

a mycelium-kötegekből és ágaiból finom egysejtű vagy többsejtű fonálkák erednek, melyek főleg a szükséges táplálék felvételére szolgálnak; ezeket szívókáknak, haustoriumoknak nevezzük. Az élősködő gombákon ezek a szívókák a gazdaszervezet élő sejtjeibe hatolnak be és azokból a teljesen kész táplálékot kiszíva, a gazdaszervezetét teszik tönkre. A haustoriumokat tekintjük a gombatelep rhizoid részeinek. A barna moszatokon a telep rhizoid részét erősebb ágrendszer, az ún. kapaszkodó szervek alkotják; ezek külső alakjukra nagyon hasonlítanak a magvas növények gyökérzetéhez, azonban többnyire éppoly álparenchymatikus szerkezetűek, mint e növények



67. ábra. *Laminaria Cloustoni*. $\frac{1}{3}$ -szor kisebbítve. (Schenk.)



68. ábra. *Xanthoria parietina*. Zuzmótelep kialakulása: 1 csirázó ascospóra (*sp*), a fiatal mycelium a zöld algasejteket (*Chlorococcum a*) behálózza. 2 a telepalakulás előbbre haladott stádiumban, az ascospórákból (*sp*) fejlődött mycelium ágai nemcsak az algasejteket hálózzák be, hanem egymással is összeszővődve pseudoparenchymatikus kéregréteget alkotnak. 500-szor nagyítva. (Bonnier.)

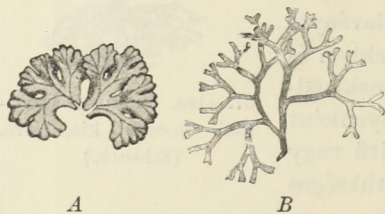
hatalmas cauloid részlete, mely részben vastag hengeres, részben nagy, terjedelmes, egyszerű vagy karélyos lemezalakú álparenchymatikus szövettestet alkot, úgy hogy gyakran valami magasabbrendű leveles növényre is emlékeztet, pl. *Fucaceae*, *Laminaria* (67. ábra). Legváltozatosabb alakú a zuzmók álparenchimatikus szövetteste, mely még arról is nevezetes, hogy mindenkor két igen különböző fajta növény, nevezetesen gomba és moszat társulásából, együttéléséből áll elő (68. ábra és 2. melléklet).

II. A száras növények.

A) Az unipoláris tengelyű növények teste és tagoltsága.

Az unipoláris száras növények a mohok, amelyeknek teste szárból és levélből áll; a talajhoz vagy az aljazathoz való erősítésükre, úgy mint a telepeken is, rhizoidák szolgálnak és ugyancsak ezek segítségével történik az oldott táplálék felvétele is.

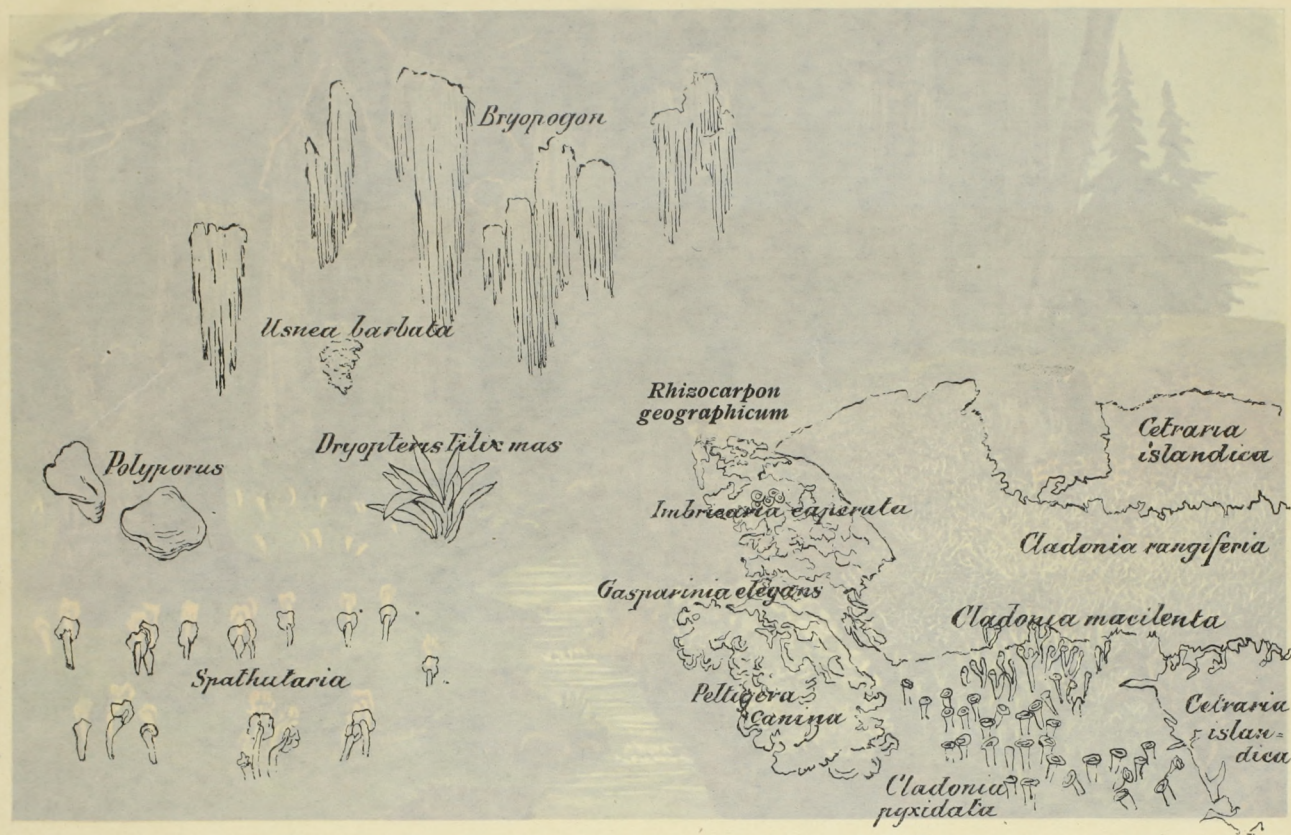
A legalsóbbrendű mohok nagy mértékben bizonyos moszatok vagy zuzmók telepére emlékeztetnek; kétoldali, sokszor dorsiventrális lemez vagy szalagalakú és villásan elágazó; leveleket vagy éppen nem fejleszt, vagy igen csökevényes apró kis pikkelyek alakjában megjelenő levelei vannak, minek következtében, külsőalakja után ítélve, a teleptől alig különböztethető meg, belső szerkezetére nézve azonban lényegesen eltér tőle:



69. ábra. A *Riccia fluitans* A nedves talajon B vízben alámerülten élő alakja. Természeti nagyságban. (Göbel és Schenk.)

mert többnyire még rhizoidákat sem fejleszt, pl. a *Riccia fluitans* (69. ábra); vízeink nedves partjain, hegyi forrásainkban tömegesen előforduló fajokon a kisebb-nagyobb mértékben felemelkedő telepszerű szár alsó részében növeszt nagy mennyiségben rhizoidákat, a nedves talajon vagy más aljazon, pl. a nedves fa kérgén élő fajokon pedig a telepszerű szárnak csaknem egész alsó lapja meg van rakva finom rhizoidákkal, amelyekkel teljesen és szorosan az aljazathoz nő.

Vannak májmohok, melyeknek szára már fejlettebb, hosszúra megnyúlt, vékony, de miután mindig valami aljazathoz simul, kisebb-nagyobb mértékben összenyomott, keskeny szalagalakú, vagyis a telepszerű szárhoz hasonlóan alsó (hasi) és felső (háti) oldala van; a levelek néhol mindkét oldalán fejlődnek, csak hogy a felső oldalból eredő levelek (háti levelek) fejlettebbek, szép kis zöldszínű, egysejtrétegű lemezek; alsó oldalából eredő levelei (hasi levelek) ellenben fejletlenek; előbbiek mindig szabályosan két sorban jutnak kifejlődésre és a szárat sűrűn, fedelékesen csaknem egészen eltakarják, utóbbiak csak egy sorban jelennek meg, pl. a *Plagiochilá*-n (70. ábra), *Frullaniá*-n.



2. GOMBÁK ÉS ZUZMÓK.

Részlet az iglóiüredi erdősegből.

hatalmas cauloid részlete, mely részben vastag hengeres, részben nagy, terjedelmes, egyszerű vagy karélyos lemezalakú álparenchymatikus szövettestet alkot, úgy hogy gyakran valami magasabbrendű leveles növényre is emlékeztet, pl. *Fucaceae*, *Laminaria* (67. ábra). Legváltozatosabb alakú a zuzmók álparenchymatikus szövettete, mely még arról is nevezetes, hogy mindenkor két igen különböző fajta töréssel, nevezetesen gombás és moszat társulásából, együttélésből áll elő (68. ábra) 2. melléklet.

II. A száraz növények.

A) Az álszáraz növények teste és tagoltsága.

Az álszáraz növények a mohok, amelyeknek teste szárból és levélből áll. A talajhoz vagy az aljzathoz való erősítésükre, úgy mint a telepeken is, rhizoidok segítségével és ugyancsak ezek segítségével történik az oldott táplálék felvétele.

A legismertebb mohok nagy mértékben bizonyos moszatok vagy zuzmók telepére emlékeztetnek, kétoldali sokszor dorsiventrális lemez vagy szalagalakú és villásan elágazó; leveleket vagy éppen nem fejleszt, vagy igen csökevényes, kékelyek alakjában megjelenő leveleket, amelyeknek következtében külsőalakja általában a teleptől alig különböztethető meg, bár szerkezetére nézve azonban lényegesen tér tőle:



B

69. ábra. A *Riccia fluitans* A nedves talajon B vízben alámerülten élő alakja. Természetes nagyságban. (Göbel és Schenck.)

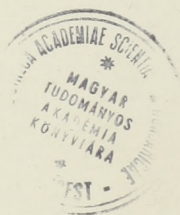
mert többnyire még rhizoidákat fejleszt, pl. *Riccia fluitans* (69. ábra); vízeink nedves partján, hegyi erdőkben tömegesen előforduló fajokon a kisebb-nagyobb mértékben felemező telepszerű szár alsó részében növeszt nagy mennyiségű rhizoidákat, a nedves talajon vagy más aljzaton, pl. a nedves fa kérgén élő fajokon pedig a telepszerű szárnak csaknem egész alsó lapja meg van rakva finom rhizoidákkal, amelyekkel teljesen és szorosan az aljzathoz nő.

Vannak májmohok, melyeknek szára még fejlettebb, hosszúra megnyúlt, vékony, de miután mindig valamifajta aljzathoz simul, kisebb-nagyobb mértékben összenyomott, keskeny szalagalakú, vagyis a telepszerű szárhoz hasonlóan alsó (hasi) és felső (háti) oldala van. A levelek néhol mindkét oldalán fejlődnek, csak hogy a felső oldalból eredő levelek (háti levelek) fejlettebbek, szép kis zöldszínű, egysejtűrengő lemezek; alsó oldalból eredő levelei (hasi levelek) ellenben fejletlenek; előbbiek mindig szabályosan két sorban jutnak kifejlődésre és a szárat sűrűn, fedőképpen csaknem egészen eltakarják, utóbbiak csak egy sorban jelennek meg, pl. a *Plagiochila*-n (70. ábra), *Frullaniá*-n.



2. GOMBÁK ÉS ZUZMÓK.

Részlet az iglólüredi erdősegből.



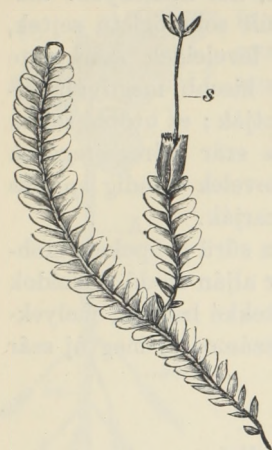


3. MOHOK ÉS VIRÁGOS NÖVÉNYEK.

Részlet a Magas Tátra alján, a késmárki nagyerdő szélén levő fellápból.



A *májmohok* telepszerű és dorsiventrális szára, úgy mint a moszatok hasonló telepei, csúcssejttel növekedik; a csúcssejt rendszerint kétmetszésű, azaz két sorban szeli le a szeletsejteket. A szár háti felét növényzöldben (klorofill) gazdag parenchyma-szövet alkotja, a szár hasi fele ellenben szintelen parenchyma-szövetből áll.

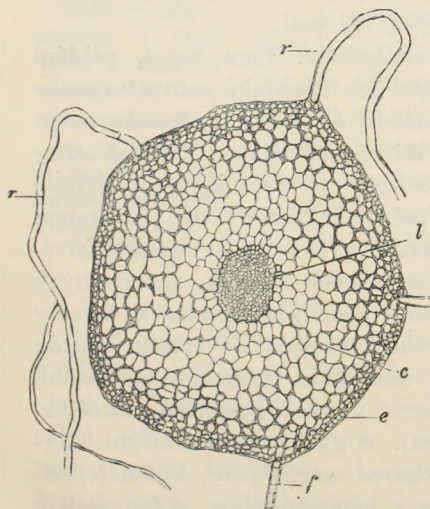


70. ábra. A *Plagiochila asplenoides* elágazó bilateralis leveles szára sporogoniummal *s.* Természetes nagyság. (Schenck.)

A mohnövények zöme, a *lombos mohok*, jól kifejezett, mindig leveles szárral bírnak, amely legtöbbször vékony, hengeres, sugaras szerkezetű, egyenesen felálló; csak a fák kérgén, sziklák felületén és más aljazaton élő fajok szára gyakran összenyomott, kétoldali, dorsiventrális, amidőn az egyik alsó (hasi) oldalával egészen az aljazathoz simul. Majd egyszerű, majd közalaposan elágazó; levelekkel mindig sűrűn meg van rakva, soksejtű, rendszerint elágazó, sejtfonalas, szintelen rhizoidákat fejleszt főleg alsó részében (71. ábra), de az aljazathoz szorosan hozzáfekvé



71. ábra. *Polytrichum commune*. Egész növényke sporogoniummal természetes nagyságban; *rh* rhizoidák, *s* seta, *c* calyptra, *ap* apophysis, *d* fedő. (Schenck.)



72. ábra. A *Mnium undulatum* szárának keresztmetszete; *r* rhizoidák, *f* levél, *c* kéreg, *e* annak legkülső rétege, *l* tengelyi sejtnyaláb. 90-szer nagyítva. (Strasburger.)

szárakon más helyen is erednek rhizoidák. Fejlődése általában három metszésű csúcssejttel történik, mely három sorban szel le szeletsejteket; ezek tovább osztódva kerületi és központi fióksejtekre különülnek, mindkettőnek tovább osztódása folytán kialakulnak végre azon sejtrétegek, melyek az egész szár szövetrendszerét teszik. Ezt mereven felálló mohszárakban vastagfalú, szűküregű sejtekből álló külső, és vékonyabbfalú, tágabbüregű sejtekből álló belső kéregréteg alkotja, míg a szár közepét, tengelyét keskeny üregű, hosszúra nyúlt sejtek nyalábja foglalja el (72. ábra); másfajta mohszárakban a kerületi sejtrétegek kevésbé vastagfalú sejtekből állanak, tűzgomohokon pedig a kerületi sejtréteget likacsosfalú sejtek teszik, melyek felette

alkalmasak a vízgyűjtésre. A *lombos mohok* levelei általában igen egyszerűek; kevés kivétellel egysejtrétegű lemezek, legfeljebb a levélér irányában többs sejtrétegűek; alakjuk változó, hol szélesebb kerülékesek, hol keskenyebb alakúak. Alkotó elemeik részben szélesebb, részben megnyúlt sokszögletű sejtek, melyek mind gazdagok növényzöldben. A *tőzgmohok* leveleinek szerkezete eltérő, amennyiben ezeknek szövetét növényzölddel telt kisebb, megnyúlt sejtekkel szabályosan váltakozó nagy, színtelen sejtek alkotják; ez utóbbi sejtek pedig ugyanolyan szerkezetűek és hivatásúak, mint a szár kéregrétegének vízszívásra alkalmas sejtjei. A lombos mohok szárán a levelek mindig spirális állásúak, a szár felületét csaknem mindenkor sűrűn takarják.

A lombos mohokra jellemző, hogy száraik általában sűrű gyepeket, mohpárnákat alkotnak; minek az a magyarázata, hogy a szár alján eredő rhizoidok egyes sejtjei erősen kidudorodva hárommetszésű csúcss sejtekké lesznek, melyeknek működése folytán közvetlen az eredeti szár mellett számos új meg új szár fejlődik. (3. melléklet.)

B) A bipoláris tengelyű növények teste és tagoltsága.

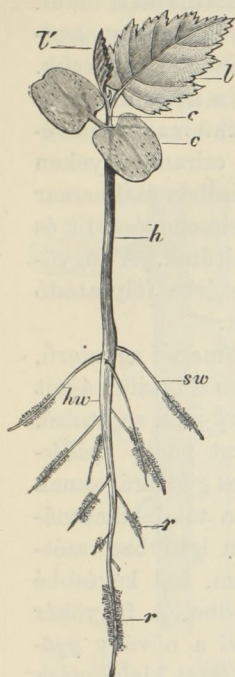
Bipoláris tengelyű növények kevés kivétellel az *edényes kryptogamok* és a *magvas növények*. Testüket mindig három egymástól lényegesen eltérő vegetatív szerv alkotja, nevezetesen a bipoláris tengelyt tevő gyökér, szár és a kizárólagosan a szárból eredő levelek.

a) A gyökér.

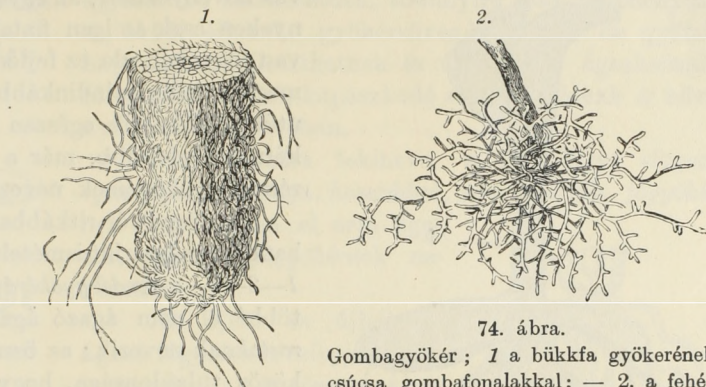
A gyökér a bipoláris növényi testnek az a része, amely őt a talajhoz, aljzatához erősíti és belőle a szükséges tápláló anyagokat felveszi.

I. *A gyökerek kialakulása, alakja és osztályozása.* Igen fiatal, például embrionális növényi testen a gyökér mint apró kis kúpalakú szövettetesecske mutatkozik és fejlődésének ebben a stádiumában általában *gyököcske* nevet visel. Ebből csakhamar hosszabb, fonálalakú szövettest alakul: a fiatal csiránövény fiatal gyökere (73. ábra), melynek csúcsát egy sajátságos óvószövet, az ú. n. *gyökérsüveg* borítja, csúcsa alatti részének felületét pedig jó darabon finom kis tömlöcskékből álló *gyökérhaj* takarja. A gyökérhaj a táplálék felvételére való. Szárazföldi növények gyökerein legsűrűbben fejlődik, vízinövények gyökerein gyérebben jelenik meg, sőt némelyeken teljesen is hiányozhatnak. Némely szárazföldi növények gyökerein sincsenek gyökérhajsálak, de ezeken azután gombafonalakat találunk, melyek a gyökérnek ezen fiatal részével a legbensőbb összeköttetésben, az úgynevezett *gombagyökeret* vagy *mykorrhizát* alkotják, pl. *erdei fenyő*, *tölgy*, *bükk* gyökerein (74. ábra). A gyökerek szövettani szerkezetében legjellemzőbb az edénynyalábok sugaras megjelenése, külön fejlődnek a gyökér tenyészőkúpjában a fa- és külön a háncsnyalábok. A fanyalábok száma a különböző növények gyökereiben különböző; így vannak *diarch* gyökerek, két egymással szemben fekvő sugaras fanyalábbal és ugyanannyi háncsnyalábbal, *triarch* gyökerek, háromsugaras fanyalábbal és három, velük váltakozó háncsnyalábbal; *tetrarch*, *pentarch*, *polyarch* gyökerek.

A gyökerek szövettani szerkezete felette változó, vele karöltve jár külső alakjuk (75. ábra). A tipikusan kifejtett gyökér fonálalakú, aminőt minden csiranövényen találunk, de sok teljesen kifejtett apró növénynek is van fonálalakú gyökere, pl. a *daravirág*, *tarsóka*; más gyakoribb gyökéralakok: az orsóalakú gyökér, pl. *repce*, *mustár*, a répaalakú gyökér, pl. *sárgarépa*, *petrezselyem*, a



73. ábra. A *Carpinus* *Betulus* csiranövénye, *l* lomblevél, *c* szíklelevél, *e* szíkleveleti szár, *h* szíkalatti szár, *sw* gyökérágak, *hw* főgyökér, *r* mindenütt a gyökérhaj. Természetes nagyság. (Noll.)



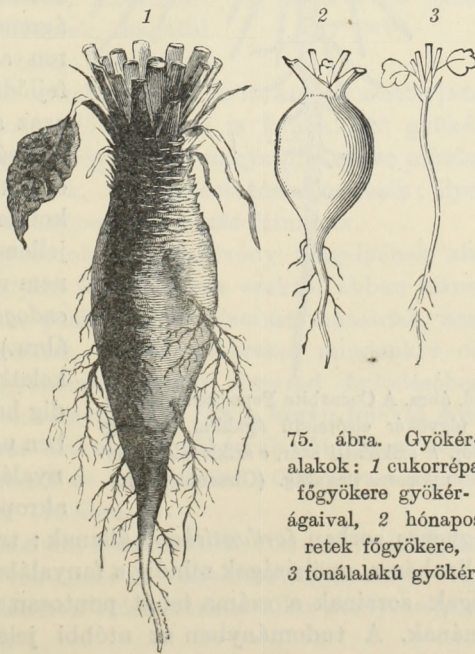
74. ábra.

Gombagyökér; 1 a bükkfa gyökerének csúcsa gombafonalakkal; — 2. a fehér nyárfa gyökere gombafonalakkal. 100-szoros nagyítás.

retkealakú gyökér, pl. *reték*, a hengeres gyökér, pl. *Dictamnus albus*, a gumós, csomós, bütykös stb. gyökéralakok; általában változik a gyökerek alakja külön feladatuk teljesítése, hivatásuk szerint.

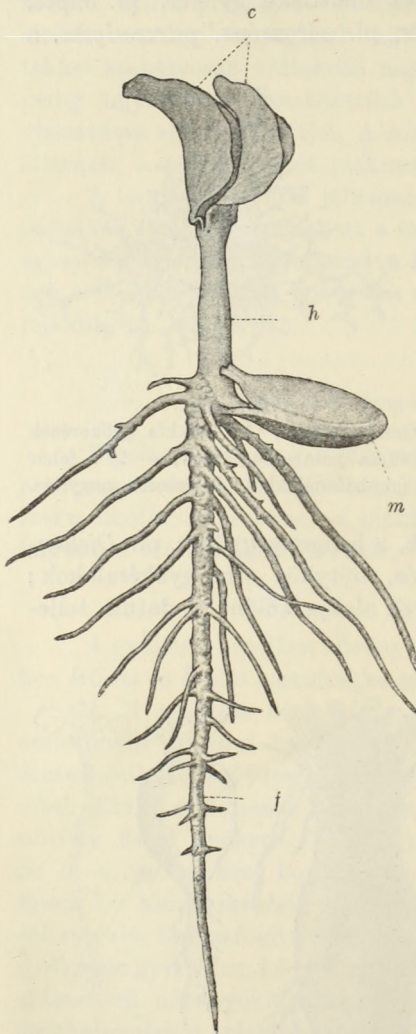
A gyökerek fejlődését, alakját és biológiai értékét tekintve, megkülönböztünk *főgyökeret*, *mellékgyökeret*, *járulékos gyökereket* és *módosult gyökereket*.

1. *Főgyökér*. A főgyökér mindenkor a csiranövény vékony fonálalakú gyökerének további alakulásából származik és így a szárnak egyenes folytatása. A főgyökér jellemző tulajdonsága, hogy folyton tovább növekedő csúcsával a talajba mindig függőleges irányban hatol, és ettől az iránytól csak akkor tér el, ha a talajnak kedvezőt-



75. ábra. Gyökéralakok: 1 cukorrépa főgyökere gyökérágaival, 2 hónapos reték főgyökere, 3 fonálalakú gyökér.

len helyére ér, pl. teljesen száraz talajrétegbe, sziklára stb.; az esetleg útjában álló akadályokat lehetőleg kikerüli, de ha ez nem lehetséges, alkalmazkodik kényszerhelyzetéhez, és ha ez sem lehetséges, csúcsi részlete pusztulásnak indul. A főgyökérnek ezt a feltűnő jellemző tulajdonságát a növényélettanban *tevé-*



76. ábra. A Cucurbita Pepo csiranövénye, *f* főgyökér elsőrendű ágakkal, *m* maghéj, *h* szikalatti szár, *c* sziklevelek. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

leges (pozitív) geotropizmusnak nevezzük. Főgyökerük van általában a kétszikű magvas növényeknek; az egyszikű magvas növényeken csak az igen fiatal csiranövényeken van főgyökér, de ez fejlődésében csakhamar megállapodik, mindinkább elcsenevészedik és utóbb többnyire egészen eltűnik. A főgyökérnek legfelsőbb, már a szárba folytatódó részét *gyökérfejnek* nevezik.

A főgyökér ritkábban marad egyszerű, hanem rendszerint ismételten elágazik; ágait *1—2—3—x-rendű gyökérágak*-nak, az utolsó, többé el nem ágazó ágakat pedig *gyökérrostoknak* nevezik; az összes gyökérágaknak közös tulajdonsága, hogy a talaj kihasználása céljából ferdén minden irányban szétterjednek és hol mélyebben, hol kevésbé mélyen hatolnak be a földbe. A főgyökér összes ágaival együtt képezi a növény *gyökérzetét* (76. ábra); a gyökérzet kialakulása mindenkor egyenes arányban áll a szár ágrendszerének kialakulásával. A főgyökéren az ágak mindig a tenyészőkúp alatt fejlődnek, fejlődésük sorrendje *akropetalis*, azaz a legfiatalabb ágak mindig a gyökér csúcsához esnek legközelebb; hasonló módon történik a többi elágazás a gyökérágakon is; az elágazás tehát közalapos. Felette jellemző, hogy a gyökérágak képződése csaknem mindig belső szövetből indul meg, azért *endogén* származásúaknak mondjuk. (77. ábra.) Érdekes továbbá, hogy a gyökérágak keletkezési helye sem esetleges, hanem mindig határozott, szabályos; diarch gyökerekben ugyanis mindig pontosan a fa- és hánconyalábok között erednek, minek folytán az akropétálisan fejlődött gyökérágak négy

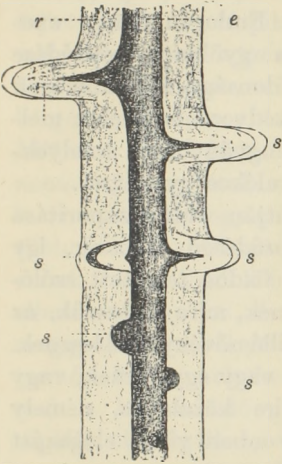
egyenes sorban (*orthostichon*) állanak; triarch, tetrarch, polyarch gyökerekben ellenben a gyökérágak mindig a fanyalábokkal szemben keletkeznek, a gyökérágak sorainak a száma tehát pontosan megfelel az elsődleges fanyalábok számának. A tudományban ez utóbbi jelenséget *isostichiá*-nak, előbbit pedig,

midőn a gyökérágsorok száma kétszer akkora mint az elsődleges fanyalábok száma, *diplostichia*-nak nevezik.

Igen kevés olyan növény van, melyeken a gyökérágak nem endogén származásúak, hanem a legkülső szövetrétegekből veszik eredésüket, vagyis *exogén* származásúak, de az ilyen gyökérágak azután arról is nevezeteseek, hogy az őket létesítő magasabbrendű gyökerektől szerkezetileg lényegesen különböznek, amennyiben rendszerint egyszerűbb szerkezetűek, többnyire csak parenchyma-sejtekből állanak, gyökérsüvegük nincs, de gyökérhajszálakat fejleszthetnek és újból el is ágazhatnak; főleg mint erősítő, kapaszkodó szervek állanak a növényi test szolgálatában.

Az elágazást tekintve, a főgyökeret *elágazó*, *igen ágas*, *kevéságú*, *hosszúágú*, *rövidágú* stb. *főgyökér*-nek nevezik; ha el nem ágazik, *egyszerű főgyökér*-nek nevezzük.

Az újból és újból elágazó főgyökeret *szívgyökér*-nek is mondjuk; az összes ágait vastagságára és hosszára nézve tetemesen felülmúló főgyökeret pedig általában *karógyökér*-nek nevezzük. Hogy a gyökérágak is különbözőkép alakulhatnak és eszerint közelebb-ről is megjelöltetnek, magától értetődik; a talaj felszínéhez közel nagyobb számban eredő és itt erősen szétterjedő, sőt helyenként a föld színére is felbukkanó gyökérágakat, amelyek a főgyökeret nagyságra nézve minden esetben felülmúlják, *kötélgyökerek*-nek nevezik; ilyen



77. ábra. A *Ranunculus repens* gyökerének hosszanti metszete akropetális sorrendben fejlődő ágakkal s, s, melyek a gyökér centrális szövetéből e eredve a gyökér kéregszövetét r áttörik. 12-szer nagyítva. (Giesenhagen.)



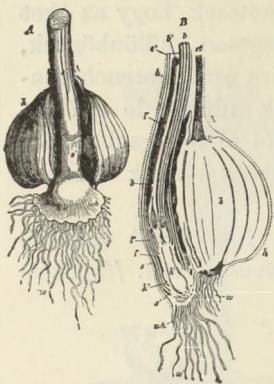
78. ábra. Mellékgyökerek. A fűfélék rostos mellékgyökerei.

gyökerük van pl. a *jegenyefenyő*-nek, a *lúcfenyő*-nek s más fáinknak.

2. *A mellékgyökerek.* A mellékgyökerek a csiranövény tengelyének alsó részéből a közönséges gyökérágak módjára fejlődnek, de ezektől abban térnek el, hogy a főgyökérhez hasonlóan tiszta pozitív geotropizmust mutatnak, azaz egyenesen függőlegesen a talajba hatolnak. Mellékgyökereket mindenkor oly növények fejlesztenek, amelyeken a gyököcske hamar elmarad fejlődésében, vagy a belőle fejlődő főgyökér korán elcsenevész és így a korán fejlődő ágak mintegy helyettesítői lesznek a ki nem alakuló főgyökérnek. Mellékgyökerük van főleg az egyszikű magvas növényeknek és ezek között különösen a *fűfélék*-nek és hagymás növényeknek. (78. és 79. ábra.)

A mellékgyökerek többnyire hosszúak, fonálalakúak, rostosak, némelykor igen vékonyak, szálalakúak, míg máskor vastagabbak; általában egyszerűek vagy csak kevésbé elágazók; egyébként, különösen belső szerkezetükre nézve, teljesen megegyeznek a főgyökérrel és ágaival.

3. *A járulékos gyökerek.* A járulékos gyökerek a főgyökér- és mellékgyökerektől eltérőleg nem a gyököcskéből veszik eredetüket, hanem a növényi test különböző, a szár- és levélképleteknek előre meg nem határozott helyein különböző időben és rendben fejlődnek, de a főgyökér- és mellékgyökereken is kifejlődésre juthatnak a rendes gyökérágak között. Majd egyenesen a talajba hatolnak, tehát pozitív geotropizmust mutatnak, majd más, sőt éppen ellenkező a növekedési irányuk, azaz negatív geotropizmusuk van. Endogén vagy exogén származásúak. A járulékos gyökerek képződése számos növénynek jellemző tulajdonsága, másokon csak bizonyos körülmények között, kedvező feltételek mellett jutnak kifejlődésre, mint pl. dugványokon, amelyeknek gyökérzete tisztán csak járulékos gyökérzet.



79. ábra. Az őszi kikirics hagymagumója őszi; *A* elülről, *B* hosszanti átmetszetben; *h* barna fedőpikkely, mely az egész hagymagumót beburkolja, *st* múlt évi elhalt szár, *k* múlt évi hagymagumó tartalék táplálékanyagokkal telve, *s'* és *s''* allevelek, melyek a szárat körülhüvelyezik, *wh* a szár alapja, *w* mellékgyökerek, *b*, *b'* virágok alsó részei, *l'* és *l''* lomblevelek, *k'* a szár középső része, mely következő évre hagymagumóvá alakul, ami közben a régi *k* fokozatosan összezsugorodik és utóbb teljesen eltűnik, *k''* hónalji rügy, melyből a jövő őszi kikirics virága lesz. Kisebítve. (Sachs.)

többnyire egyszerűek maradnak, amint azonban a talajba érnek, rendszeren elágaznak. Külön sajátosságos élethivatásukat tekintve, a légygyökereket különböző néven nevezzük; legfontosabbak:

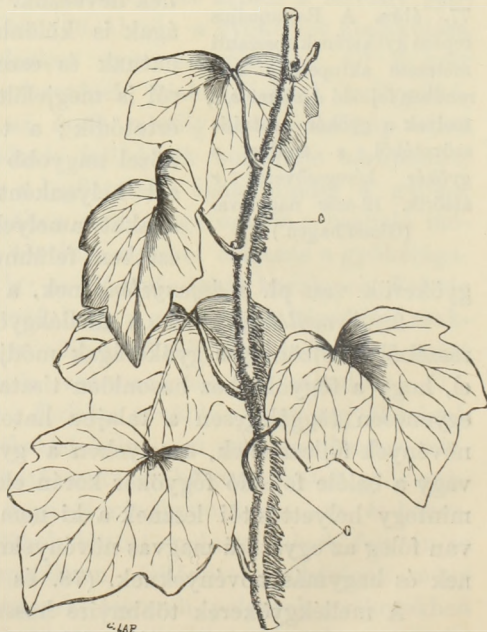
a) a *kapaszkodó légygyökerek*, főleg arraszolgáltnak, hogy kapaszkodó, hosszú, gyengeszárú növények testét alja-

A növényeknek homlítás útján való szaporítása is csak járulékos gyökerek képződésén alapszik, így pl. a földbe hajtott és részben földbe temetett szőlővesszők csakhamar gyökeret vernek, mire e vesszők, az anyanövény tövéből levágva, önálló növényekké lesznek.

A járulékos gyökerek is vagy egyszerűek, vagy elágazók; az elágazás többnyire közalapos, némely növények járulékos gyökerei azonban villás elágazást mutatnak.

Biológiai szempontból a járulékos gyökerek lehetnek:

A) *Légygyökerek.* — Ezek mindig a növényi tengely földfölötti részéből erednek; míg a levegőben tovább nőnek,



80. ábra. A borostyánnak járulékos kapaszkodó légygyökerei *e*. Természetes nagyság. (Emery.)

zatukhoz erősítsék és esetleg abból táplálékot is felszívjanak; utóbbi esetben az aljzat felületére érve, többnyire nagyszámú finom gyökérrostokra ágaznak szét, amelyek azután gyökérhajszálakkal is meg vannak rakva. A kapaszkodó gyökerek fejlettsége, alakja alkalmazkodásuk szerint csaknem növényfajonként változik, így aránylag rövidek, szálasak a fákra, sziklákra, falakra kapaszkodó *borostyán* szárán (80. ábra), *Tecomá*-n és másokon, hol sűrűn egymás mellett temérdek számban jutnak kifejlődésre; néhol kisebb-nagyobb *kacsok* (gyökérkacsok) alakjában jelennek meg, pl. *korpaűfélék* szárán, *vanillán* stb.; a legfejlettebbek a tropikus vidéken honos fán lakó növényeken (*epiphyta*), melyeken néha tetemes hosszúságot érnek el, gazdagon el is ágaznak és egész hosszukban erősen odatapadnak, vagy össze is nőnek aljzatukkal, más fák kérgével, ilyenek a *bekérgező* és *gyökérhálózatot alkotó légygyökerek*, *Ficus*-, *Bignonia*-fajokon; ezek a légygyökerek arról is nevezetesek, hogy gazdag ágrendszerük többnyire oly sűrű szövedéket alkot, hogy ennek hézagaiban mindenféle törmelék, elhalt növényrész és víz is könnyen meggyűlik, ezekből pedig utóbb itt kitünő termő televény keletkezik, amelybe nemcsak a kapaszkodó gyökerek bocsátják tápláló oldalágaikat, hanem igen gyakran még más, idegen kisebb növények is előnyösen megtelepednek; továbbá némely forró földövi *kosborfélék* (*Orchideae*) *szalagos kapaszkodó légygyökerei*, az *övedző* vagy *fojtó kapaszkodó légygyökerek*, pl. *Ficus*-fajokon stb.



81. ábra. Fánlakó kosborféle (*Oncidium Papilio*) járulékos, tápláló anyagokat szállító légygyökerei. Kisebbitve.

b) A tápláló anyagokat szállító légygyökerek hatalmasan kifejlett, gyakran több méter hosszú, többnyire nagy magasságból lelógó kötélalakú gyökerek, melyek a levegőben alig vagy csak gyéren ágaznak el, de utóbb a talajba érve, ebben a közönséges gyökerekhez hasonlóan gazdagon elágaznak és így nemcsak rögzítésre, hanem főleg a táplálóanyagok fölvételére szolgálnak, pl. a *Monstera*, *Philodendron* stb. légygyökerei. Ide tartoznak azok a rövidebb igazi légygyökerek is, amelyek a talajt sohasem érik el, de bőrszövetük sajátos szivacsos szerkezeténél fogva felette alkalmasak a levegő vízpárájának felszívására és így csakis mint táplálógyökerek szerepelnek, ilyeneket találunk különösen sok forró földövi fánlakó *kosborfélék* (81. ábra.)

c) Az áthasonító (asszimiláló) légygyökerek növényzöldet (klorofillt) tartó légygyökerek, melyek általában oly fánlakó tropikus növényeken fejlődnek, amelyeknek levelei igen csökevényesek, csak apró pikkelyalakúak és növényzöldben igen szegények. Ilyen, többnyire el is laposodó zöld légygyökerek valósággal e növényeknek hiányzó leveleit helyettesítik, pl. *Polyrhiza*, *Angraecum* nevű

kosborfajokon s más tropikus *Orchideae*-n. Némely minálunk termő növény gyökerei is asszimiláló gyökerekké alakulhatnak, ha történetesen világosságra kerülnek.

d) A *támasztó léggyökerek* mindig erősen kifejlett, vastag támasztó karókhöz hasonló gyökerek a hatalmasan kifejlett ágrendszer és gazdag, súlyos lombozat támogatására, de táplálására is szolgálnak; a levegőben alig ágaznak el, de a talajhoz érve, számos ágat fejlesztenek, melyek mind a talajba hatolnak. Alakjuk különböző, vannak *táblás-* vagy *deszkaalakú támasztógyökerek*, hatalmas koronával bíró tropikus fák törzsének alsó részéből erednek és élükre állított deszkákhoz hasonlítanak, pl. *Ficus elastica*, *Eriodendron*-fajok stb.; a *gamós*



82. ábra. *Ficus elastica* járulékos támasztó léggyökerei. Kisebbitve.

támasztó léggyökerek szintén a törzsek alsó részéből erednek, de egyszerű vagy elágazó erős hengeres támasztókhöz hasonlítanak; gyakran erős hosszanti növekedésük következtében a hatalmas lombozatú törzset a talajból kiemelik és a levegőben alátámasztva fenntartják, ami akkor is megtörténik, mikor a törzsnek alsó része elhal és elkorhad, pl. *Pandanus*-, *Ficus*-fajokon; az *oszlopos támasztó léggyökerek* rendszerint hosszú, erős, oszlopalakú gyökerek, amelyek a gazdagon elágazó törzsnek hatalmas, többnyire vízszintesen kiterjedő ágain eredve, egyenesen a talaj felé nőnek és ebbe behatolva, a nehéz ágakat alátámasztják és táplálják, pl. *Ficus indica* (82. ábra), *Rhizophora mangle* s más, a *mangrove*-vegetációt jellemző tropikus fajokon.

e) Az *óvógyökerek* szintén csak némely növényeknek kizárólagos sajátosságai; így a trópusok alatt termő *faharasztok* magas törzsein rengeteg számban erednek rostos léggyökerek, amelyek a törzsnek már levéltelen részét teljesen



10. MANGROVE-ERDŐ KELETINDIÁBAN.



beburkolják és így nemcsak óvószöveteket alkotnak felületén, hanem a törzs megerősítéséhez is lényegesen hozzájárulnak.

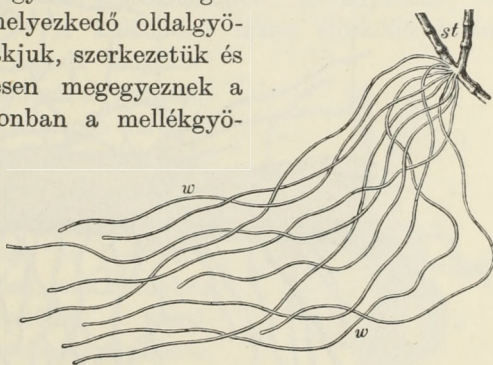
B) *Vízigyökerek*. A vízben alámerülten élő és a vizen úszó növények gyökérszövetét többnyire szintén csak járulékos gyökerek alkotják. Ezek a gyökerek rendszerint hosszúak, vékonyak, fonáalakúak, többnyire egyszerűek és szerkezetükre nézve alig térnek el a többi gyökerektől, gyökérhajszaikat csak ritkán fejlesztnek: pl. *Elodea*, *Hydrilla* (83. ábra). A közönséges vízigyökerektől eltérő alakjuk és szerkezetük van az *úszógyökereknek*, melyek mindig vastagabbak, rövidebbek, olykor gumóalakúak, főleg azonban arról nevezetesek, hogy bőrszövetük sajátságos, levegőt tartó szövetté, úgynevezett *aerenchymává* alakul, mely az egész gyökéret kitűnő úszószervvé teszi, pl. *Jussiaea*-fajokon.

C) *Járulékos talajgyökerek*. Mindazon gyökerek, amelyek földalatti szárazból, különösen a földben terjedő gyökértörzsekből és földre terült földfeletti szárazból erednek, de a fő- és mellékgyökerek oldalágainak sorai között szabálytalanul elhelyezkedő oldalgyökerek is, járulékos talajgyökerek. Alakjuk, szerkezetük és egyéb tulajdonságukra nézve teljesen megegyeznek a közönséges gyökérágakkal, főleg azonban a mellékgyökerekkel, melyekkel gyakran fel szokták cserélni (84. ábra).

4. A *módosult gyökerek*. Némely növényen a főgyökér és a gyökérágak, de leginkább a mellékgyökerek és a járulékos gyökerek az életviszonyokhoz nagy mértékben alkalmazkodva, alakulásuk alatt különbözőképp módosulnak és életfeladatukhoz képest nemcsak különböző eltérő alakot öltenek, hanem

eltérő belső szerkezetet is mutatnak; az ilyen külön hivatású gyökereket általában módosult gyökereknek nevezzük. Legfontosabb módosult gyökerek:

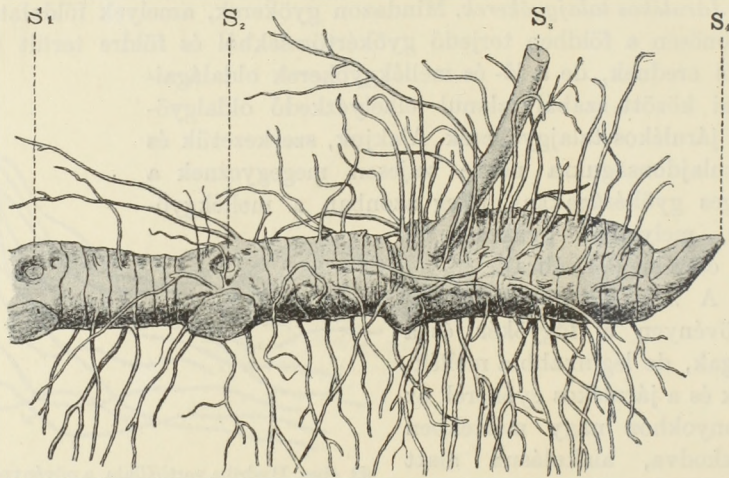
a) A *gyökérgumók* vagy *koloncok*, erősen megvastagodott húsos mellékgyökerek, ritkábban gyökérágak, melyeknek szövettömegét túlnyomóan lágy parenchyma alkotja. A gyökérgumók különböző alakúak lehetnek, vannak gömbalakú, tojásdad, orsóalakú, ujjasan osztott stb. alakú gumók; számuk is változó a különböző növényeken, így nagyobb számban vannak a *salátaboglárkán*, a *varjúmogyorón*, *mogyorós bükkönyön*, a kertjeinkben mindenhol művelt *georginán* stb. (85. ábra); kettes számban találjuk a rétjeinken és erdeinkben termő *kosborféléken* (86. ábra); ezeknek a szép növényeknek tavasszal, virításuk idején egy öreg, elfonnyadó, ráncos felületű (múlt évi) és egy fiatal, duzzadó, simafelületű (ez évi) gyökérgumójuk van, az öreg gumó tartaléktartalmából épült fel az idejéig leveles, virágos szár; a termés megérésével még jobban összezsugorodik és utóbb teljesen elpusztul; az új fiatal gumó közben még erősebben növekedett, mert benne már új tartalék-táplálóanyagok raktározottak a jövő tenyészési időszakra, amikor ismét ez segíti



83. ábra. *Hydrilla verticillata*, a növénynek alsó része *st* járulékos vízigyökerekkel *w*. Természetes nagyság. (Wiesner.)

az új növényt fejlődésében és teljes kialakulásában. Vannak növények, különösen száraztalajú pusztai növények, amelyek hatalmas gyökérgumóikban nagymennyiségű vizet raktároznak oly célból, hogy a forró, száraz időszakban a növényi testet megóvják az elpusztulástól.

b) Sajátságos szerkezetű módosult gyökerek a némely növényeken, pl. égerfán, ezüsthűzön található, gumóalakú módosult gyökérágak, amelyek arról nevezetese, hogy a gyökér szövetébe befészkelődő és vele együttélő gombától létesített szervek, vagyis a mykorrhizához biológiailag hasonló szervei a növényi testnek; a tudományban ezeket *mykodomatiumok*-nak nevezzük. Ugyancsak a gombasymbiosis eredményei némely hüvelyes termésű növények,



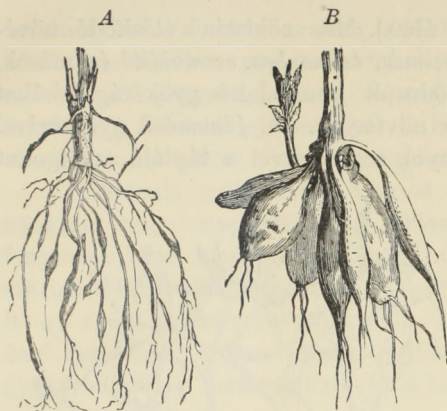
84. ábra. A *Polygonatum multiflorum* gyökértörzse járulékos talajgyökerekkel, S_1 és S_2 az előző két évben fejlődött földfeletti száruk forradási helye; S_3 az ez évi földfeletti hajtás, S_4 a jövő évi hajtás csúcsrügye. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

pl. borsó, lencse, bükköny stb. gyökérgumócskái (87. ábra), melyeknek lakói talajbaktériumok; ezek a baktériumok a fiatal gyökérágak szövetébe kerülve, rajtuk különböző alakú kinövések okozóivá lesznek, melyek gyakran még el is ágaznak és olykor-olykor korallalakot öltenek.

c) A gyökértövisek hol kisebb, hol nagyobb gyökérágak vagy járulékos gyökerek átalakulásából származnak; a gyökértövisek védőszervekkül szolgálnak és csak némely pálmaféléken található, pl. *Iriarte*, *Acanthorhiza*.

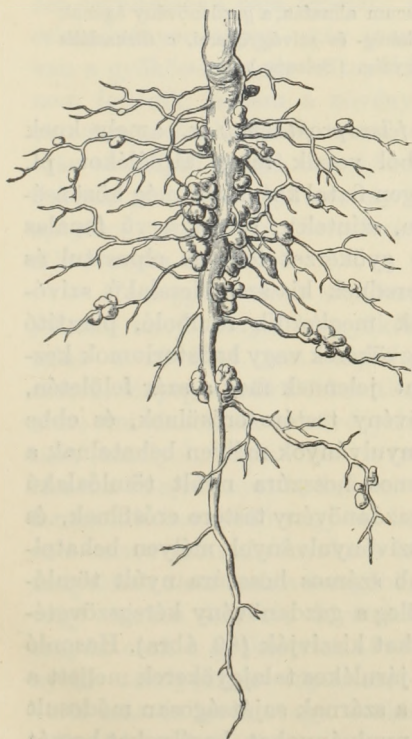
d) A lélekző gyökérágak vagy *pneumatophorák* a talajból egyenesen felfelé a tiszta levegőre növő gyökérágak (negatív geotropizmus), amelyek sajátságos szivacsos szövetű szerkezetüknél fogva felette alkalmasak a levegőcsere közvetítésére, pl. *Taxodium*, de különösen a trópusi mocsarakban termő *Mangrove*-fáknak sajátosságai.

e) Levélnemű gyökerek és gyökérágak többnyire szintén negatív geotropizmust mutatnak, majd rövidebb-hosszabb szalagalakot, majd szélesebb lemez-



85. ábra. A a varjúborsó gyökérgumói; B a georgina gyökérgumói. Kisebbitve.

félék, pl. a *fagyöngy* valami fára ragadt magjából kilépő gyököcske kis korongalakú csúcsával szorosan odatapadva a gazdanövény felületére, közepén kis gyökert bocsát, amely egyenesen a gazdanövény kergén

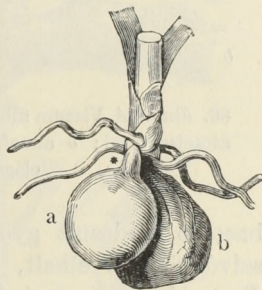


87. ábra. A *Lupinus luteus* gyökérrendszere számos gyökérgumócskával. Természetes nagyság. (Pfeffer.)

alakot öltenek, és mindig szép zöldek, mert sejtjeik telvék növényzölddel; a levelekhez hasonlóan mint áthasonítási szervek szerepelnek, például *Podostemonaceae*.

f) *Szívógyökerek*, nagy mértékben módosult gyökerek, úgy külső alakjukra, mint belső szerkezetükre leginkább eltérnek a közönséges gyökerektől, csak élőködő növényeken, parazitákon jutnak kifejlődésre; legfejlettebbek még a zöld parazitákon, de már igen csökevényesek lehetnek a klorofillmentes növényeken. —

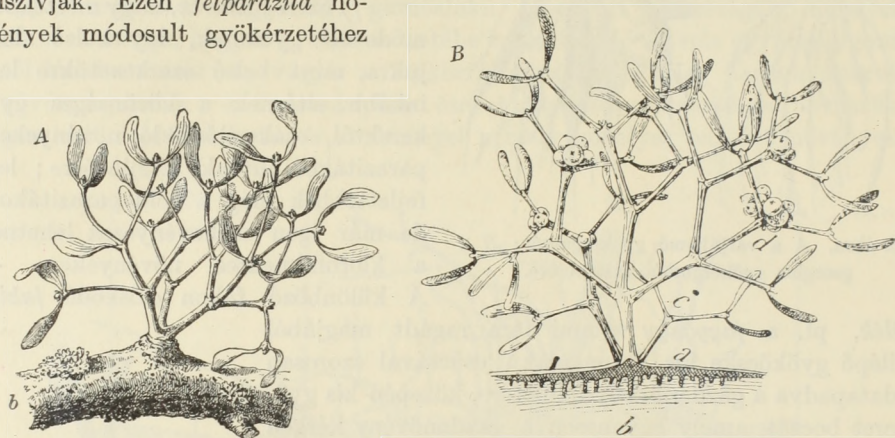
A különböző fákön élőködő *fakin-*



86. ábra. A kosbor gyökérgumói, a idei, b előző évi gyökérgumó. Kisebbitve.

át egészen a faszövetig hatol, de abba már be nem mélyed, csak későbbben ékelődik a keményebb faszövetbe is, miután a folyton gyarapodó faszövet őt köröskörül növi és a faszövet gyarapodásával a beékelt gyökér hosszanti növekedésében is lépést tart; ez a fagyöngy főgyökere; a főgyökérből csakhamar oldalágak fejlődnek, de ezek csakis mint úgynevezett *kéreggyökerek*, a gazdanövény kergében, annak felülete irányában terjednek szét és itt újból meg újból szétágaznak; szerepük az odaerősítés és a táplálékok vezetése; ez utóbbiakat a parazita az úgynevezett *szívógyökerekkel*, rövidesen *szívókkal* szerzi meg, amelyek, mint utolsórendű oldalágak, nagy számban erednek a kéreggyökereknek belső oldalából és a főgyökérhez hasonlóan egyenesen, a sugár irányában a gazdanövény felületébe ékelődnek; hivatásuk a gazdanövény testében keringő, oldott

táplálékokban gazdag víz felszívása (88. ábra). Más zöldszínű élősködő növények vagy félpaziták, mint pl. a *kakascímer*, *csormolya*, *szemvidító* és mások, közönséges gyökérrendszerükben oly módosult gumóalakú gyökérágacsákat is fejlesztenek, amelyek más szomszédos növények, pl. *jűneműek* gyökereivel szorosan összenöve, ezekből szívónyulványok segítségével a tápláló anyagokat kiszívják. Ezen *félpazita* növények módosult gyökérzetéhez



88. ábra. A *Viscum album* almafán b élősködve; B *Viscum* almafán, a gazdanövény ágának átmetszetével; b almafa részlete; a a *Viscum*nak kéreg- és szívógyökerei, c dichasiális elágazása, d bogyótermése. $\frac{1}{4}$ nagyság. (Belzung.)

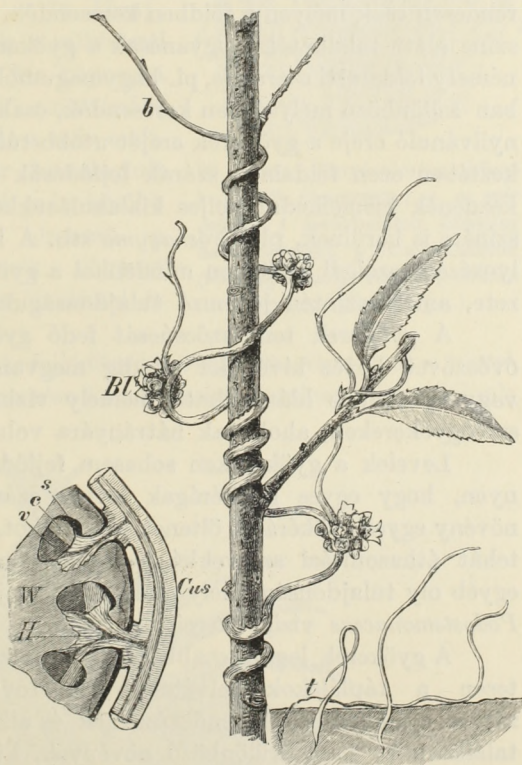
hasonló módosult gyökérzetük van az ú. n. *félzaprofitáknak* is, amelyeknek szívógyökerei elhalt, korhadó növényi részekből veszik fel a táplálékot, pl. *Bartschia*, *Pedicularis*-fajok. Az *arankaféléknek* igen fiatal korukban még közönséges gyökérük van, amint azonban a levéltelen, színtelen, selyemszerű fonalas száruk valami gazdanövényre rácsavarodik, e gyökérzet teljesen elpusztul és helyette a fonálszerű szárból nagy számban erednek kis szemölcsalakú szívógyökerek, melyekkel e veszedelmes paraziták megkezdik romboló, pusztító működésüket a gazdanövény testén. Ezen szívógyökerek vagy haustoriumok kezdetben kis kúp- vagy pajzsalakú dudorokként jelennek meg a szár felületén, széles tapadó felületükkel szorosan a gazdanövény testére erősülnek, és ebbe csakhamar *szívónyulványt* bocsátanak; a szívónyulványok mélyen behatolnak a gazdanövény szövetébe, csúcsuk itt utóbb számos hosszúra nyúlt tömlőalakú sejtre különül, amelyek azután ecetszerűleg a gazdanövény testére erősülnek, és ebbe csakhamar *szívónyulványt* bocsátanak; a szívónyulványok mélyen behatolnak a gazdanövény szövetébe, csúcsuk itt utóbb számos hosszúra nyúlt tömlőalakú sejtre különül, amelyek azután ecetszerűleg a gazdanövény kéregszövetében kiterjeszkednek és belőle a táplálóanyagokat kiszívják (89. ábra). Hasonló szerkezetű haustoriumjai vannak a közönséges járulékos talajgyökerek mellett a *vicsorgóféléknek* is. A *szádorgófélék* gyökérzetét a szárnak sajátosságosan módosult alapja alkotja, amely különböző haustoriumféle nyulványokat, karélyokat bocsát a gazdanövény gyökereibe. Legsajátságosabb módosult gyökerek az ú. n. *myceliumgyökerek*, a *Rafflesiaceae* testén; ezen sajátosságos növények vegetatív

testén gyökér és szár meg nem különböztethető, mindkettő együttesen a gazdanövény szövetében nagy, alaktalan szövetpárnát alkot, mely a gazdanövény szöveivel szorosan összenő és azonfelül még rövidebb-hosszabb myceliumfonalakhoz hasonló sejtfonalakat is bocsát a gazdanövénynek mélyebben fekvő részeibe a szükséges táplálék megszerzésére.

Módosult gyökérzetük van az ugyacsak színtelen, korhadéklakó növényekhez vagy szaprofitákhoz tartozó *Coralliorrhiza* és *Epipogon* nevű, sűrű fenyveseinkben lakó *Orchideák*nak, melyeknek korallszerűleg elágazó földalatti szárakon helyenként gyökérhajsálakhoz hasonló szörpamatok erednek és ezek itt az egész gyökérzetet képviselik. Más szaprofitáknak, mint pl. a *fészekgyökerű kosbornak*, erősen kifejlett gyökérrendszerük van ugyan, de gyökereiken gyökérhajsálak nem fejlődnek, a táplálék felvételére egyenesen az epidermis-sejtek vannak hivatva; vagy mint az árnyékos fenyőerdők talaján termő *gazillaton*, a húsos gyökereket borító gombafonalak helyettesítik a hiányzó gyökérhajsálakat. — Számos vízben lakó magvas növény gyökere egyáltalában nem fejleszt; a csiranövényen ugyan még megvan a gyököcske is, de ez tovább nem fejlődik; hanem a növényi test tengelyének másik része, a szár alakul ki annál erősebben, ilyenek pl. *Ceratophyllum*, *Myriophyllum*, a húsevő *Utricularia*, *Aldrovandia* és mások.

II. A gyökereknek általános jellemző tulajdonságai. A gyökér, mint a növényi test táplálószerve, lényeges nélkülözhetetlen része mindazoknak a növényeknek, amelyek táplálékuk java részét a talajból nyerik, de felette fontos alkalmazkodó vagy módosult szerve azon növényeknek is, melyeknek élete csak a levegőhöz vagy vízhez kötött; kivételek csupán csak a gyökértelen növények, amelyeknek táplálószerveikül szár és levél, vagy csakis a levelek szolgálnak.

Hogy a gyökér mennél szorosabb összefüggésbe léphessen a



89. ábra. Fűzfavesszőre csavarodó aranka; *b* csökevényes levelek *Bl* virágsoportozatok; balra a gazdanövénybe *W* hatoló parazita *Cus* hosszanti metszete, *H* haustoriumok, amelyek a gazdanövény kéregszövetén át az edénnyalábokig hatolnak, *v* azok vasalis része, *c* azok cribralis része és *s* sklerenchyma hüvelyük; jobbra csirázó aranka növényké, *t* a legidősebb csiranövény, mely alsó, elhaló félben levő részének rovására tovább fejlődik. (Noll.)

talajjal, növési irányán kívül még egy más általános tulajdonsága is van, és ez megrövidülési képessége; ez a sajátságos jelenség abban nyilvánul, hogy a hosszanti irányban már megnyúlt fiatal gyökérrészek bizonyos elemeiknek szélesség irányban való erős növekedésük folytán mintegy összehúzódnak, tehát tetemesen megrövidülnek és így a feljebb eső idősebb részeket mindjobban a talajba húzzák. Ezt különösen szépen lehet észlelni fiatal csiranövények gyökerén, hol a főgyökérnek ezen sajátságos tulajdonsága folytán egyenes folytatása, a tengely szákalatti szárnak nevezett része, lassankint mindjobban s jobban a földbe húzódik; de általánosan megfigyelhető e jelenség pl. a földi eper indáin keletkező új leveles hajtásoknak aljából eredő járulékos talajgyökereken is, amelyek a kezdetben csak a földszínén heverő új hajtásokat a talajba húzzák mindjobban és abba megerősítik. Legnagyobb mértékben történik a megrövidülés a módosult húsos gyökereken, amelyek ennek következtében kifejlett állapotban rendszeren csak mélyen a földben keresendők, míg a fiatalok még közvetlen a föld színe alatt találhatók; ugyancsak a gyökerek megrövidülési képessége folytán némely földalatti szárak is, pl. hagymagumók, kialakulásuk különböző stádiumában különböző mélységben keresendők, csak hogy ezeken a szárnak ellenkezőleg nyilvánuló ereje a gyökerek erejét utóbb túlszárnyalja, legyőzi és ennek következtében ezen földalatti szárak fejlődésük bizonyos stádiumában mindjobban kezdenek kiemelkedni, teljes kialakulásukkor pedig többnyire már a föld felszínére is kerülnek, pl. *vöröshagyma* stb. A két ellenkezőleg működő erő szabályozására szolgál különben mindenhol a gyökerek sajátságos szövettani szerkezete, amely szintén jellemző tulajdonságukat képezi.

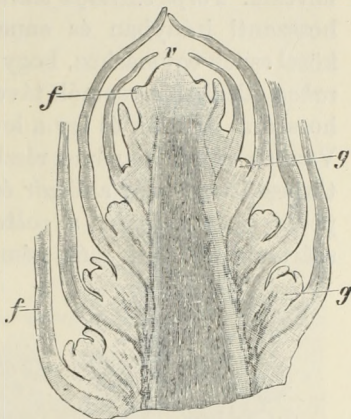
A gyökerek tenyészócsúcsát fedő gyökérsüveg a talajgyökereken mint óvószövet kevés kivétellel mindig megvan, de már csökevényesen fejlődik, vagy egészen is hiányozhatik némely vízinövények gyökerein és a módosult szívógyökereken, ahol csak hátrányára volna a gyökér hivatásának.

Levelek a gyökereken sohasem fejlődnek, de megtörténik némely növényen, hogy egyes gyökérágak leveles szárákká módosulnak. Ritkán, némely növény egyes gyökérágai öltének levélalakot, szövetük növényzöldben is gazdag, tehát áthasonítási szervekké lesznek, azonban igazi természetüket elárulja egyéb oly tulajdonság, mely csak gyökérre jellemző, pl. a sajátságos szerkezetű *Podostemonaceae* vízgyökerein.

A gyökerek legfontosabb és legjellemzőbb hivatásának elérésére, nevezetesen a táplálékok felvételére és továbbszállítására, esetleg raktározására a különböző berendezéseknek és alkalmazkodásoknak egész sorozatával találkozunk, ha a különböző növények, különösen a két évig és tovább élő kitartó növények gyökérzetét és annak biológiáját közelebbről megvizsgáljuk; mégis legváltozatosabbak az esetek a módosult gyökerek csoportjában, amelyek, mindamellettt hogy a gyökér általános jellemző tulajdonságait részben vagy egészben is megőrzik, legfeltűnőbbek külső alakjuk- és szerkezetükre nézve.

b) A szár.

A növényi test bipoláris tengelyének azt a részét, amely a gyökértől növekedési iránya, főleg azonban a rajta fejlődő levélképletek tekintetében feltűnően különbözik, szárnak nevezzük. A szár is úgy, mint a gyökér, már a kis embrión mutatkozik kis kúp alakú szövetteteske alakjában, csak hogy az igen korán fejlődő első oldalképletekkel el van takarva és ezekkel együtt kis *rügyecskét* képez. A fiatal csiranövényen a rügyecskének tengelye már megnyúlt; legelső oldalképletei, az úgynevezett *szíklevelek*, tőle többnyire elállanak és eredési helyük az egész tengelyt két részre különíti el, t. i. a *szíkalatti* és a *szíkfeletti* szárra (73. és 76. ábra); a szíkalatti szár mindig a nagyobbik, a szíkfeletti szárát pedig ilyenkor még csak egy kis kúpocska jelzi, mely a szíklevelek felett fejlődő embriónális levelekkel fedett és nem egyéb, mint a már említett, de a szíklevelek közül már kiszabadult rügyecske. (90. ábra.) A szíkalatti szár később további fejlődésében fokozatosan elmarad, a rügyecskéből mindjobban kibontakozik a növényi test leghatalmasabb része: a szár leveleivel és ágrendszerével.



90. ábra. Tenyészőcsúcs (rügy) hosszanti átmetszete; *v* a szár csúcsa, *f* levéldudorok (illetőleg fiatal levelek), *g* oldalágdudorok (illetőleg hónalji rügyek.) 40-szer nagyítva. (Strasburger.)

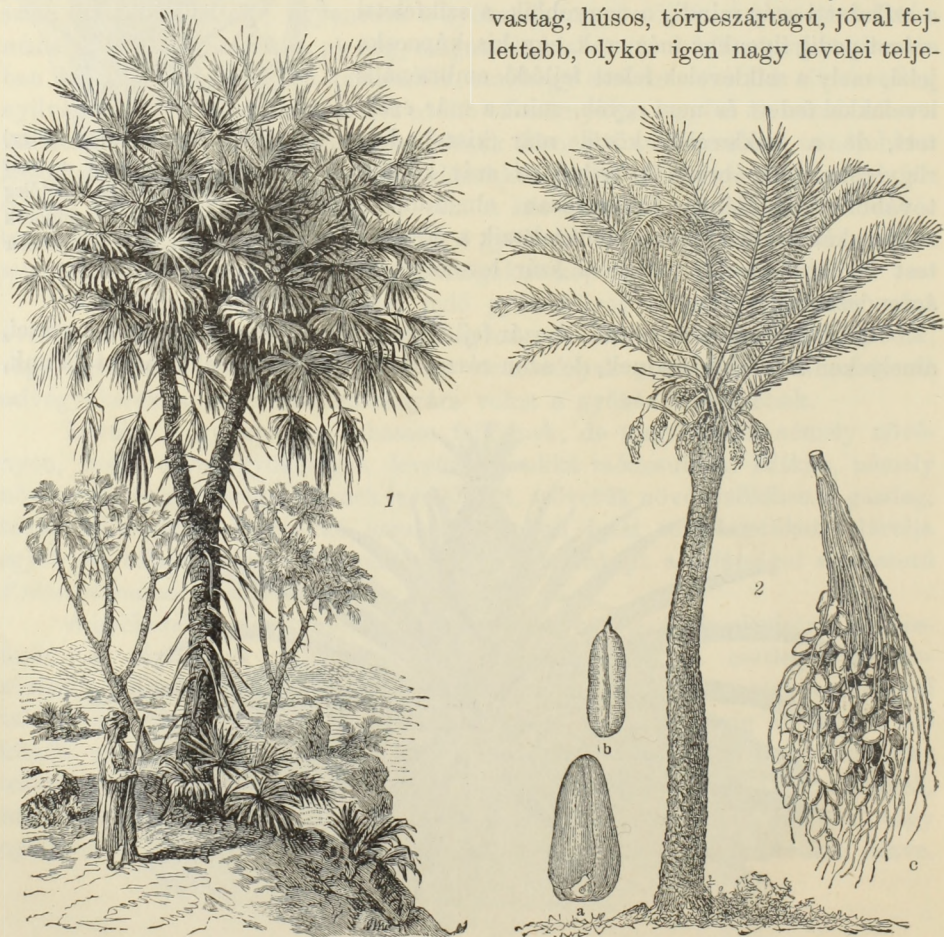
I. A szár részei és formái. A szár fejlődése és növekedése alatt azok a részei, amelyeken a levelek erednek, de azon részei is, melyeken leveleket nem találunk,



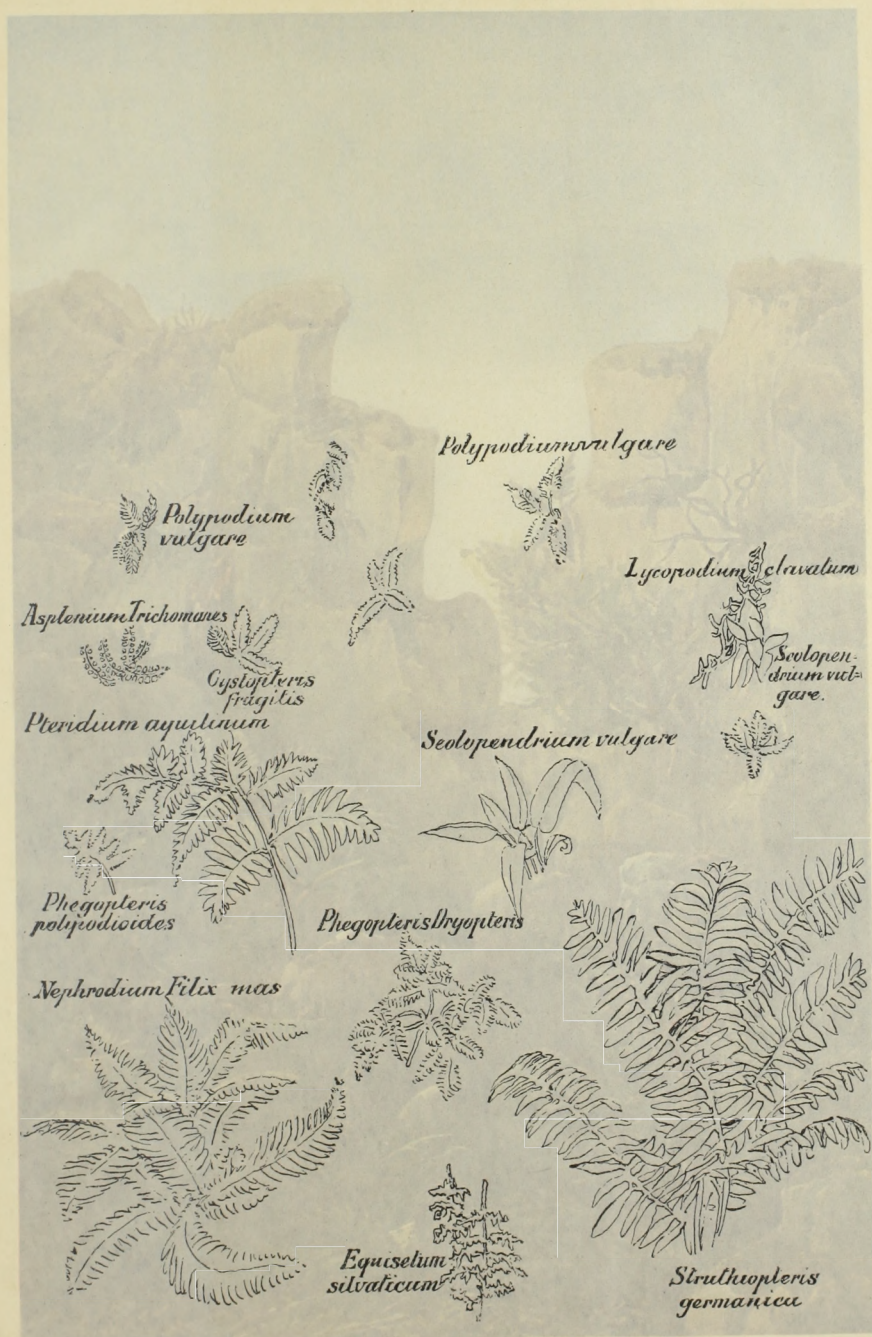
91. ábra. *Ananas sativus* terméssel, tőszár, kb. $\frac{1}{12}$ nagyság. (Schmeil.)

különböző fejlettségi fokot érnek el; így a leveleket viselő részei többnyire vastagok, néhol feltűnő bütyköt formálnak, azért a szárnak ezen részeit általában *szárcsomóknak* nevezzük, a csomók közötti részei a szárnak rendszerint vékonyabbak, rövidek vagy hosszúra megnyúltak, ezeket *szártagoknak* vagy *ízeknek* nevezik. *Törpe szártagú szárazon* a szártagok alig vagy éppen nem nyúlnak meg hosszanti irányban és ennek következtében a levelek oly sűrűn állanak, oly közel esnek egymáshoz, hogy a szár felületét teljesen elfedik; *nyúlt szártagú szárazon* ellenben a csomók távolabb esnek egymástól, a szártagok többé-kevésbé hosszúra nyúlnak és így a levelek is nagyobb távolságban állanak egymástól. Vannak szárazak, amelyek részben törpe-, részben nyúltszártagúak; a legtipikusabb törpeszártagú szár a *tőszár* és *pálmatorzs*, a legjellemzőbb nyúltszártagú száraz pedig a *szalmaszár*, a *palkaszár* és a *dudvaszár*; a *fatörzs* is többnyire nyúltszártagú, de ágai már némely fajokon kétfélék, törpe- és nyúltszártagúak.

A *tőszár* rövid, többnyire erős, vastag, húsos, törpeszártagú, jóval fejlettebb, olykor igen nagy levelei telje-



92. ábra. 1. Legyezőlevelű pálma, 2. datolya-pálma virágzatával c, termésével a és magvával b. Kisebbítve.



Az Athenaeum T.-i. nyomása.

4. HARASZTFÉLE NÖVÉNYEK.

(Edényes kriptogámok.)

Részlet a Pieninekben levő Dunajec áttöréséből.

különböző fejlettségi fokot érnek el; így a leveleket viselő részei többnyire vastagok, néhol feltűnő bütyköt formálnak, azért a szárnak ezen részeit általában *szárcsomóknak* nevezzük, a csomók közötti részei a szárnak rendszerint vékonyabbak, rövidek vagy hosszúra megnyúltak, ezeket *szártagoknak* vagy *ízeknek* nevezik. *Törpe szártagú száron* a szártagok alig vagy éppen nem nyúlnak meg hosszanti irányban és ennek következtében a levelek oly sűrűn állanak, oly közel esnek egymáshoz, hogy a szár felületét teljesen elfedik; *nyúlt szártagú száron* ellenben a csomók távolabb esnek egymástól, a szártagok többé-kevésbé hosszúra nyúltak és így a levelek is nagyobb távolságban állanak egymástól. Vannak *szárak*, amelyek részben törpe-, részben nyúltszártagúak; a legtipikusabb törpeszártagú szár a *tőszár* és *pálmatorzs*, a legjellemzőbb nyúltszártagú szárak pedig a *szalmaszár*, a *palkaszár* és a *dudvaszár*; a *fatörzs* is többnyire nyúltszártagú, de ágai már némely fajokon kétfélék, törpe- és nyúltszártagúak.

A *tőszár* rövid, többnyire erős, vastag, húsos, törpeszártagú, jóval fejlettebb olykor igen nagy levelei telje-



92. Ábra. 1. Dattolypálma, 2. datolya-pálma virágzatával c, termésével a és magával b. Kisbbitve.



Az Athenaeum r.-t. nyomása.

4. HARASZTFÉLE NÖVÉNYEK.

(Edényes kriptogámok.)

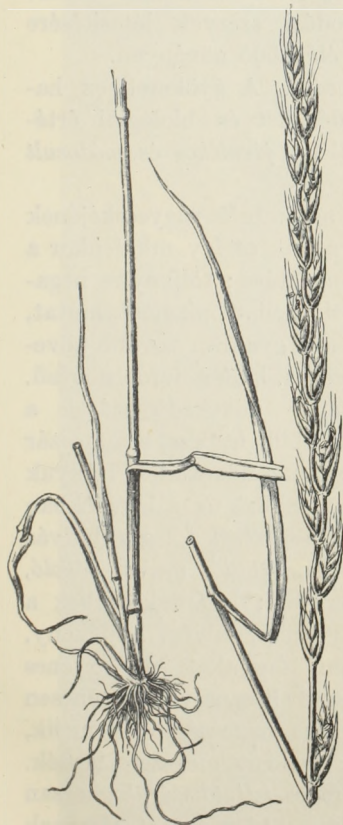
Részlet a Pieninekben levő Dunajec áttöréséből.



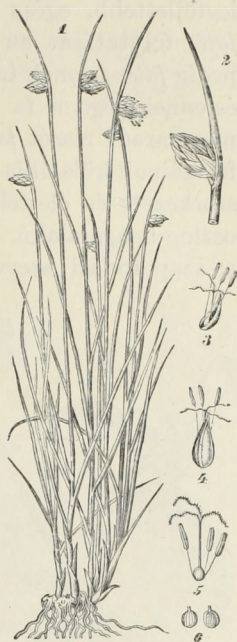
sen elborítják, rajta gyakran szép *levélrózsát* alkotnak; többnyire egyszerű, de néha gyéren el is ágazik, fejlődése majd korlátolt, majd korlátlan, azonban mindenkor számos éven át él, fejlődésének bizonyos szakában nyúltszártagú leveles dudvás szárba, még gyakrabban tőkosánba folytatódik, pl. *Agave*, *Aloe*, *Ananas* (91. ábra), *Sempervivum*, *Echeveria*, legtöbb *harasztjaink* szára stb. (4. melléklet.)

A *pálmatorzs* többnyire egyszerű, ágatlan, rövidebb, hosszabb, megfásodott, oszlopalakú, törpeszártagú, mely évek hosszú során át folytatja hosszanti növekedését és vastagodását; csúcsát egyetlen egy igen nagy csúcsrüggy foglalja el és ezt környezik a többnyire igen nagy levelek, melyek körülötte hatalmas levélkoronát alkotnak, pl. *Palmae* (92. ábra), *Cycadeae* (7. melléklet), *faharasztok*.

A *szalmaszár* mindig egyszerű bütykös csomókból és hosszú szártagokból áll, többnyire igen rövidéletű nyúltszártagú, a csomóin egyenként eredő levelek hosszúak, szálasak, a szártagokat hüvelyszerűleg köröskörül fogják és mintegy megerősítik; majd puha, majd erősebb, keményebb állományú és szártagjaiban hol tömött, hol üreges, csöves, pl. *fűfélék* (*Gramineae*, 93. ábra).



93. ábra. A *Lolium temulentum* szalmaszára. Kisebbitve. (Giesenhagen.)



94. ábra. A *Scirpus setaceus* palkaszára; 1 virágzó növény; 2 virágzó szár csúcsi részlete; 3–5 egyes virág; 6 termések. 1 természetes nagyság. 2–6 kevésbé nagyítva. (Hoffmann.)

A *palkaszár* egészben véve a szalmaszárhoz hasonlít, szintén megnyúlt, hosszú szár, de bütykös csomói nincsenek, leveleket csak legalsó részében fejleszt, ritkábban csöves, többnyire laza, kamrás bélszövetű, pl. *szittyófélék*, *kákafélék*. (94. ábra.)

A *dudvaszár* többnyire csak egy vagy két nyáron át élő nyúltszártagú szár; majd egyszerű, majd elágazó, rendszerint puhaállományú, a tartósabb, szilárdabb faszövet aránylag csekély mértékben fejlődik ki benne, tömött vagy csöves, pl. *ibolya* (95. ábra), *ajakosak*, *ernyősök* stb.

A *fatörzs* a pálmatorzshoz hasonlóan, hosszú éveken át fejlődő és élő szár; évről évre vastagszik és gazdagon elágazik; legjellemzőbb tulajdonsága, hogy alkotó szövetei között a faszövet

legfejlettebb, egész testének zömét teszi, pl. fák. A fatörzs legsóbb része a *fatő*, folytatását az ágakig *faderéknak* nevezik, az ágakat viselő folytatását pedig *fatengelynek* mondják; a fatengely legfelső, már ágatlan részlete a *fasudár* és ennek vége a fa *vezérhajtása* vagy *sudara*. (5. melléklet.) A levágott fának megmaradt részét *fatuskónak* vagy *tőkének* nevezzük. A szár mindezen említett formáinak külalakja felette változó, mert nemcsak részeinek fejlettsége, hanem szerkezete és életfeladata is lényegesen befolyásolja kialakulását. Többnyire oszlop-hengeralakú, midőn főleg mint az áthasonító oldalképletek, a levelek és a szaporodási szervek hordozója szerepel, pl. a *hengeres*, *félhengeres*, *összenyomott*, *kétélű*, *három-sokélű*, *három-sokoldalú*, *három-sokszogletű*, *megnyúlt*, *megrövidült*, *vékonyodó*, *vastagodó* stb. *szárak*; de már többé-kevésbé eltérő, nem hengeres-oszlopalakú, midőn maga is élénken részt vesz az áthasonítási munkában, vagy e fontos növényi életfeladatot ő maga teljesíti, pl. a *szárnycsész* és különösen a húsos szárú *kaktuszfélek* legkülönbözőbb alakú szárai; és ismét más alakot ölt, ahol csakis szaporodási szervek létesítésére hivatott, mint a legtöbb élősködő növényen.

II. Szárak osztályozása. A gyökerekhez hasonlóan a szárak is fejlődésüket és biológiai értéküket tekintve *fő*-, *mellék*-, *járulékos* és *módosult* *szárak* lehetnek.

1. *Főszár*. A főszár az embrió rügyecskéjének további fejlődéséből származik és így mindenkor a szikalatti szár egyenes folytatása; többnyire negatív geotropizmust és pozitív heliotropizmust mutat, azaz egyenesen fölfelé nő, de gyakran tovább növekedő csúcsa alatt nem egyenes, hanem ferde növéssű. Egyenes, merőlegesen fölfelé növekedő szárok a *tőszár*, a *pálmatorzs*, a legtöbb *fatörzs*, *szalmaszár* és *palkaszár*; a *dudvas* szárok növekedési irányuk tekintetében a legváltozatosabbak és a leírásokban található erre vonatkozó elnevezések főleg a *dudvas* szárokat illetik, pl. *egyes*, *felálló*, *merev*, *bókoló*, *lecsüngő*, *hajlongó* stb. szárok; legérdekesebbek a *felfutó szárok*, aránylag vékony, szívós, hajlékony,



95. ábra. *Viola tricolor*, *dudvaszárú* növény; *st* párhák. Kisebítve. (Karsten.)

fás vagy *dudvas* szárok ezek, amelyek más idegen tárgyakat, pl. *egyes* *kőrös* szárú növényeket, *falat*, *sziklák*at stb. támaszul használva, egyenesen fölfelé törekszenek, *lombos* felső részüket néha tetemes magasságra felemelik, hogy életfeladataik teljesítésére a szükséges fényt, levegőt megszerezhessék.

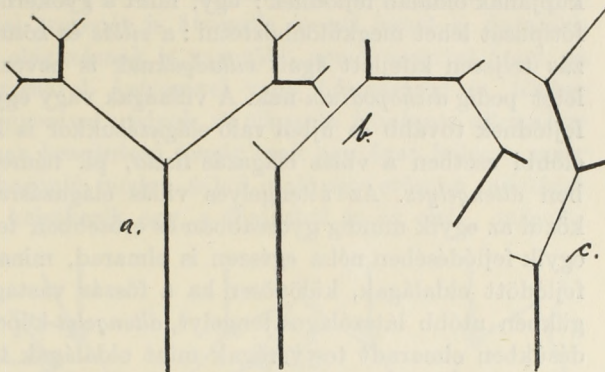
A *felfutás* módja rendkívül változatos; a *csavarodva felfutó szárok* gyorsan növekedő szabadon felemelkedő végükkel állandóan, lassan körmozgást végeznek a támaszul szolgáló tárgy körül, azt fokozatosan mintegy körülölelik, és lejjebb eső idősebb részükkel oly szorosan reátelekerődznek, hogy sokszor alig lehet-



5. LÜC FENYŐK.



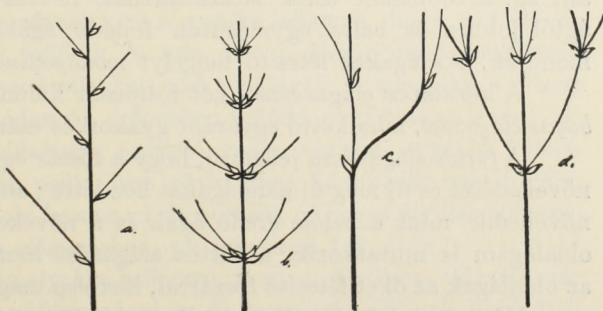
séges a kétfajta növény sértetlen elválasztása. Vannak jobbra csavarodó szárok, pl. *komló*, és balra csavarodó szárok, pl. a *nagyvirágú folyóka*; a mérsékelt övi csavarodó szárú növények nagyrészt dudvás növények, a forró földövek ellenben nagyobbára évről évre vastagodó fás növények; utóbbiakat *lianák*-nak nevezik, főleg őserdők lakói, ahol a támasztékul szolgáló élő fatörzsekkel továbbfejlődésük és növekedésük alatt valóságos élet-halálharcot vívnak, amelyben legtöbbször a támasz esik áldozatul, de olykor-olykor a reá csavarodó és



96. ábra. Villás elágazás, vázlatos rajz; a tiszta villás elágazás, b villás kunkoros és c villás forgós elágazás.

öt megfjótó liána is elpusztul; ilyen fajtású növényeket itt-ott kertjeinkben is lehet látni, pl. a *Glycine chinensis*. Más felfutó növények a *kúszó*, *tapadó*, *fogódkodó*, *kapaszkodó* stb. szárú növények, mindezekről később még külön megemlékezünk. Ferdenövésű szárokat főleg a dudvás, de némely fás növényen is találunk, amelyek különféle néven szerepelnek a leíró munkákban; gyakoribb fajtái a *lecsepült*, *heverő*, *földön heverő* és *földönfutó szár*, továbbá a vízinövények *vízszínén*, *alámerülten* és *kiemelkedve úszó szárok*.

A főszár ritkán marad egyszerű, hanem rendszerint és többnyire ismételt elágazik; ágai tiszta pozitív heliotropizmust sohasem mutatnak, hanem különböző módon, minden irányban tőle elállanak; *első*-, *másod*-, *harmad*- stb. *rendű ágak*nak neveztetnek, amint vagy közvetlenül a főszárból, vagy már elsőrendű ágakból erednek, de nagyságuk szerint is a különböző szárformák különböző elnevezést nyernek; az utolsórendű, már csak szaporodási szerveket fejlesztő ágakat általában *koscsányoknak* nevezzük, a többi leveles ágakat pedig, mint a növényi test gyarapító részeit, *gyarapító ágak*nak, vagy közönségesen *hajtásoknak* nevezzük.



97. ábra. Fürtös elágazás, vázlatos rajz; a tiszta fürtös elágazás spirálisan álló ágakkal, b örvösen álló ágakkal, c fürtös álvillás elágazás spirális állású levelekkel, d átellenes állású levelekkel. (Eredeti rajz.)

A szár ágai mindenkor exogén származásúak, azaz a szár legkülső szövetrétegeiből indulnak fejlődésnek; ritkábban a szártenyészőkúp csúcsából fejlődnek, többnyire akropetális sorrendben a tenyésző-

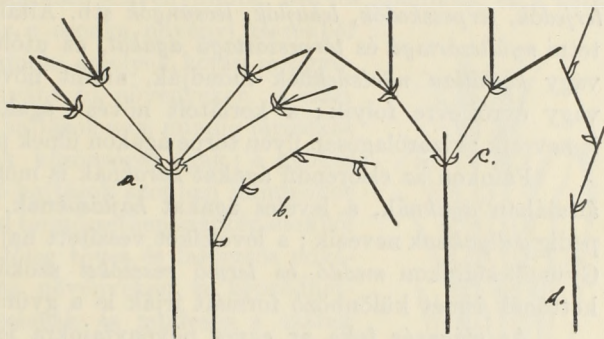
kúp oldalán jönnek létre a levéldudorok hónaljában. Aszerint, amint az ágak a főszár, illetőleg magasabbrendű ág tenyészőkúpjának csúcsából, vagy tenyészőkúpjának oldalán fejlődnek : úgy, mint a gyökérnek, a szár elágazásának is két főtipusát lehet megkülönböztetni : a *villás* és *közalapos elágazást*. A villás elágazás teljesen kifejlett ágait *villaágak*nak is nevezik, az őket hordozó szárrészletet pedig *dichopodium*-nak. A villaágak vagy egyenletesen, vagy egyenlőtlenül fejlődnek tovább és újból való elágazásukkor is hasonló növekedést követnek ; előbbi esetben a villás elágazás *tiszta*, pl. némely *korpa-füfélé*n, utóbbi esetben *áltengelyes*. Az áltengelyes villás elágazásra jellemző, hogy a két villaág közül az egyik mindig gyorsabban és erősebben fejlődik mint a másik, sőt az egyik fejlődésében néha egészen is elmarad, minek következtében az erősebben fejlődött oldalágak, különösen ha a főszár vastagságát megközelítik, összességükben utóbb látszólagos tengelyt, *áltengelyt* képeznek, amelyen azután a fejlődésükben elmaradt testvérágak mint oldalágak tűnnek elő. *Selaginellaceák*-on az erősebben fejlődő villaágak szabályosan felváltva egyszer az egyik oldalon, azután a másik oldalon alakulnak, úgy hogy az általuk alkotott áltengely többé-kevésbé szabályosan tört, zeg-zugos tengelyhez hasonlít ; ily villás áltengelyes elágazást *villás forgós elágazás*nak nevezzük ; ritkábban az erősebben fejlődő villaágak állandóan csak az egyik oldalon alakulnak ki, az ily módon keletkező áltengely tehát bekunkorodik, miért is a villás elágazásnak e miatt *villás kunkoros elágazás*nak mondják. (96. ábra.)

A közalapos elágazásra jellemző, hogy az ágak nem a tenyészőkúp csúcsán, hanem ettől bizonyos távolságban a tenyészőkúp oldalán, fiatal levelek, úgynevezett *támasztólevelek* hónaljában keletkeznek, miközben a szár tenyészőcsúcsa folytatja további növekedését, sőt ezt gyakran állandóan meg is tartja és új meg új ágakat is létesít. Egy támasztólevél hónaljában legtöbbször csak egy ág fejlődik, néhol azonban több is, még pedig vagy szorosan egymás mellett, vagy egymás fölött, utóbbi esetben csak a legalsó, legelőször fejlődő ág hónalji ág, a többieket *soros mellékágak*nak nevezzük ; előbbi esetben a hónalji ágtól jobbra és balra egymásután fejlődő ágakat *kollaterális mellékágak*nak mondják. Az ágakat létesítő tengelyt *monopodium*-nak nevezik.

A közalapos elágazásnak két főtipusát különböztetjük meg : a *fürtös* és a *bogas elágazást*, mindkettő egyaránt gyakori és ezért meglehetősen változatos is.

A *fürtös* elágazásra jellemző, hogy a főszár egyenletesen folytatja hosszanti növekedését és új meg új oldalágakat hoz létre ; amidőn a főszár jóval erősebben növekedik mint a belőle eredő ágak és a növekedés e módja magasabbrendű oldalágain is mutatkozik, a fürtös elágazást *tisztának* mondjuk ; ha ellenben az oldalágak az őket létesítő főszárral, illetőleg magasabbrendű ágakkal csaknem egyenlőfejlettségűek, az elágazást *fürtös álvillás elágazás*nak nevezzük. Mindkét esetben az ágak megjelenési módja szerint az elágazásnak több nemét különböztetjük meg ; így van *tiszta fürtös* elágazás átellenes ágakkal, pl. *ajakosak*, *juharfa*, *orgonafa* stb., örvös ágakkal pl. *zsurlók*, spirálisan álló ágakkal pl. *fészekesek*, *körtefa*, *fűzfa* stb., és *tiszta fürtös* elágazás álörvös ágakkal, pl. *lúcfenyő*, *jegenyefenyő*, továbbá *fürtös álvillás* elágazás is átellenes, örvös és spirális állású levelekkel, utóbbira szép példát nyújt sok ernyős növény. (97. ábra.)

A *bogas* elágazást jellemzi, hogy a főszár az oldalágak képzése után elébb-utóbb elmarad további fejlődésében, többnyire nem is ágazik el újból, oldalágai ellenben nemcsak erősebben fejlődnek és növekednek mint az őket létesítő főszár, hanem annak elágazási szerepét is átveszik és azt ismét a fiatalabb ágakra ruházzák át. A bogas elágazásnak is van több neme, aszerint hogy az oldalágak a szár csomóin egyesével, kettesével vagy hármassával és többes számban erednek. Ha az ágak egyesével erednek, az elágazás *közalapos áltengelyes* lesz, mert a növekedését hamar beszüntető főszár csak egy ágat fejleszt, mely a főszár szerepét átveszi és hasonló módon újból csak egy erősebb oldalágat létesít s így tart ez tovább; keletkezik egy, a főszárból és az első-, másod-, harmad- stb. rendű oldalágak alsó részleteiből álló áltengely, melynek oldalán a főszárnak az első-, másod-, harmad- stb. rendű oldalágaknak folytatásai, azaz felső részletei, mint látszólagos oldalágak, a támasztólevéllel szemben foglalnak helyet. A közalapos áltengelyes elágazás is, úgy mint a villás áltengelyes elágazás, lehet *forgós* és *kunkoros*; a közalapos forgó elágazáskor a zegzugos ál-



98. ábra. Bogas elágazás, vázlatos rajz; a bogernyős elágazás, b közalapos áltengelyes kunkoros elágazás, c bogas árvillás elágazás, d közalapos áltengelyes forgós elágazás.

tengelyen a látszólagos oldalágak kétoldalt állanak, a közalapos kunkoros elágazáskor pedig a látszólagos oldalágak mind a bekunkorodó áltengelynek csak egyik oldalán sorakoznak. (98. ábra.) Ha kettesével erednek az oldalágak, az elágazást, miután sokszor a villás elágazásra emlékeztet, *bogas árvillás elágazásnak* nevezzük; az elágazásnak erre a nemére jellemző, hogy a főszáron egy magasságban két oldalág fejlődik és míg erre a főszár maga beszünteti további növekedését, addig az átellenben eső oldalágak mindegyike a főszár szerepét veszi át és hasonló módon új, erősebben fejlődő oldalágakat létesít, pl. *szegfűfélék*. Ha az átellenes oldalágak egyenlő vagy csaknem egyenlő fejlettségűek, az őket létesítő főszár pedig igen rövid ideig növekedik még tovább és ezen tovább növekedő részlete hamar el is pusztul, a bogas árvillás elágazás felette hasonlít a tiszta villás elágazáshoz, pl. *fagyöngy*. (88. ábra.)

Fáinkon gyakori, sőt némelyekre jellemző, hogy a fürtösen elágazó szár vagy magasabbrendű fürtösen elágazó ágai az új tenyészési időszak beálltával nem folytathatják hosszanti növekedésüket, mivel télen tenyészőcsúcsuk elpusztult, a tovább növekedés szerepét tehát a csúcs alatt keletkezett legfiatalabb oldalág veszi át; miután e folyamat így évről évre ismétlődik, az évi hajtások összegéből szintén áltengely lesz, de az áltengelynek egyes részei fürtösen keletkező oldalágakat is hajtva, az egész szár elágazása fürtös és bogas is, pl. *hársfa*, *gyertyánfa*, *bükkfa* stb.

Az elágazás nemét többnyire már a növényi test termete árulja el, csak egyes elágazási formák meghatározása jár gyakran nagy nehézséggel a szabad természetben, fejlődéstanilag azonban ez is könnyen és mindig pontosan megállapítható. Az ágak alakjuk és szerkezetükre nézve többnyire az őket létesítő főszárral, vagy magasabbrendű ágakkal egyeznek meg, legfeljebb fejlettségükre nézve van kisebb-nagyobb eltérés, mely természetesen legszembetűnőbb a főszár, illetőleg idősebb ágak és a legfiatalabb ágak között, csak ritkábban öltenek az ágak eltérő alakot külön életfeladatukhoz képest és akkor mint módosult szárképletek különböző elnevezést is nyernek. Az ágak növekedési irányát a főszárhoz viszonyítva lehetnek *felálló*k, *felegyenesedők*, *elálló*k, *szétterjedők*, *terpeszkedők*, *lehajlók*, *lecsüngők* stb. Általában meg szokás különböztetni *nyúltszártagú* és *törpeszártagú* ágakat, az utóbbiakat ismét vagy *korlátolt*, vagy *korlátlan* növéssűeknek mondják, amint növekedésük előre megszabott, vagy évről évre folyik; a korlátolt növéssű ágakat rövidesen *törpe* ágaknak is nevezik; kizárólagosan ilyen törpe ágakon ülnek pl. a tülevelek az *erdei fenyő*n.

Fáinkon az elsőrendű ágakat *karok*nak is mondják, a magasabbrendűeket általában *ágak*nak, a leveles ágakat *hajtások*nak, a hajtásokat viselő ágakat pedig *gallyak*nak nevezik; a leveleiket vesztített hajtásokat *vessző*knek mondják. Gyümölcsfáinkon *meddő* és *termő vessző*ket szokás megkülönböztetni, mindkettőnek ismét különböző formáit írják le a gyümölcskertészek.

Az elágazás foka az egyes növényfajokra jellemző, mert állandó; megkülönböztetünk *egytengelyű*, azaz el nem ágazó szárral bíró növényeket, pl. *kerti mák*; *kéttengelyű*, azaz csak elsőrendű ágakat fejlesztő főszárral bíró növényeket, pl. *orvosi kankalin*; *háromtengelyű* növényeket, pl. *utifű* (161. ábra); *négtengelyű* növényeket, pl. *hegyi lóhere* és soktengelyű növényeket.

Az ágak mennyisége, eredése, helyzete, fejlettsége stb.-től épúgy, mint az elágazás módjától függ a növényi test termete; itt is a különböző sajátosságokat jelző kifejezéseknek egész légiójával találkozunk a leíró munkákban; különösen kiválnak termetükkel a gazdagon elágazó szárú növények között az ágaik segítségével felfutó növények, így a cserjék között, vagy más magasabb, erősebb szárú növények sűrűjében élő *kúszónövények*, amelyeknek vékony, gyenge szára roppant gazdag ágrendszeret és lombozatot fejleszt, ezzel pedig úgy törekszik a magasba, hogy terjeszkedő, vízszintesen messze kinyúló, olykor visszahajló ágai a cserjék stb. ágrendszerére támaszkodnak és így az egész növényi test megélhetését biztosítják, pl. erdő szélén a *Geranium divaricatum*, *Cucubalus baccifer*, *Rosa*- és *Rubus*-fajok stb.; utóbbiak kúszását tüskék is elősegítik, amelyek sűrűn fejlődnek az ágakon, sőt még a leveleken is; más növényeken ismét serték szolgálnak ugyanezen célra.

2. *Mellékszárak*. Számos növényen az embrió rügyecskéjének tenyészőkúpja hamar elveszti növekedési képességét és akkor mindig a rovására fejlődő ágak veszik át a főszár szerepét; ilyen a főszárat mintegy helyettesítő szárazakat *mellékszárak*nak nevezzük. A mellékszárak ritkábban már a szíkalatti szárból, legtöbbször a szíkefeletti szárból erednek és a főszár ágaitól főleg pozitív heliotropizmusuk által különböznek. Alakjuk, szerkezetük stb.-re nézve teljesen megegyeznek a főszárral; többnyire egyszerűek, pl. *pázsitfélék* (99. ábra),

de gazdagon el is ágazhatnak, pl. cserjéken. A mellékszáras növények mindig bokrosak és így egész természetük élesen eltér a főszáras növényekétől.

3. *Járulékos száarak.* A járulékos száarakra jellemző, hogy mindig előre meg nem határozott helyeken, nemcsak a főszáron vagy mellékszárakon, hanem gyökéren és levélen is kifejlődésre jutnak; többnyire exogén, ritkábban endogén származásúak, fejlődésük-, külalakjuk- és szerkezetükre nézve semmiben sem térnek el a főszár- vagy mellékszáraktól. Rendesen a növények csonkításakor állanak elő, de más körülmények, pl. fagy, túlnagy nedvesség stb. is megindíthatják a járulékos száarak fejlődését. A kertészetben sok növényt dugványozással szaporítanak, azaz szár- vagy gyökérdarabokat, vagy levágott leveleket dugdosnak erre alkalmas televényföldbe, nedves homokba, és a kellő gondozás mellett csakhamar e csonka növényi részekből leveles ágak, hajtások fejlődnek, amelyek korán meggyökeredzve szolgáltatják a kívánt új növényeket. A szárdugványokon megjelenő új hajtások nem mindig járulékos száarak, hanem gyakran csak közönséges ágak; a gyökér és levéldugványokon fejlődő hajtások azonban mindenkor járulékos hajtások. A szabad természetben szárképletekből fejlődő járulékos hajtások főleg töves és fatörzsös növényen gyakoriak, de dudvás növényeken is képződhetnek; mindig *exogén* származásúak és rendesen a száarak csonkításakor mint úgynevezett *sarjhajtások* fejlődnek, amikor az elpusztult főszár szerepét veszik át, pl. *fűzfa*, *somkóró* stb.

A gyökérből eredő járulékos hajtások vagy rövidesen gyökérhajtások a legkülönbözőbb növényeken fejlődnek, pl. *gyujtoványfű*, *pimpófajok*, *káposzta*, *sóska*, *rózsa*, *nyárfa*, *ákácfa* stb.; többnyire endogén származásúak, de néhol exogén származásúak is lehetnek. Némely növényen a gyökérhajtások fejlődése állandó jelenség, pl. *Podostemonaceae*, a legtöbb bekenazonban csak bizonyos rendkívüli körülmények behatására fejlődnek. A levelekből eredő hajtások mindig exogén származásúak; a levelek különböző részén, rendesen azonban edénynyalábok felett vagy azok végén erednek; némely növénynek állandó jelenségei, pl. *Bryophyllum*, *Asplenium*-fajok (100. ábra), *Woodwardia*-fajok, másokon csak bizonyos kedvező körülmények között jutnak kifejlődésre, pl. *Hoya*, *Aucuba* stb. Számos kerti növény (*Begonia*) mesterséges szaporítása kizárólagosan ilyen levéldugványokkal történik.

4. *Módosult száarak.* Gyakran a főszár vagy egyes ágai, néha mellékszárak, vagy járulékos száarak is különös életfeladatok teljesítésére vannak hivatva és ehhez mértén különbözőképen alakulnak, és nemcsak külső alakjuk, hanem belső szerkezetükre nézve is többé-kevésbé eltérnek a közönséges száaraktól; ily száarakat általában módosult száaraknak nevezünk; ilyenek a *tartalék táplálékanyagot gyűjtő száarak*, a *szaporító hajtások*, az *áthasonításra módosult száarak*, a *kapaszkodásra módosult száarak* és a *védőszervekké módosult szárképletek*.



99. ábra. A búza mellékszárjai. Kisebbitve. (Emery.)

a) A *tartalék táplálóanyagot gyűjtő* szárak egyrészt a növényfajok fenn-tartására, másrészt szaporodására és elterjesztésére is hivatvák. Különböző alakúak és szerkezetűek; vannak földalattiak és földfelettiak. Földalatti módosult szárak a *gyökértörzs*, a *tarack*, a *gumó*, a *hagymagumó* és *hagyma*, földfelettiak a *sarjgumó* és *sarjhagyma*.

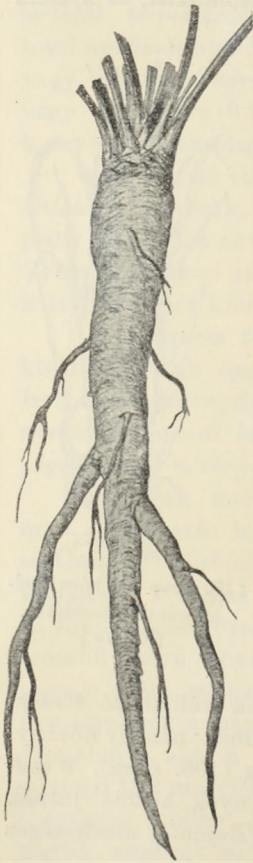
A *gyökértörzs* törpeszártagú vagy nyúltszártagú, sokszor részben törpe,

részben nyúltszártagú módosult földalatti szár, mely legtöbbször járulékos gyökerekkel erősül a talajhoz

és hol merőleges, hol vízszintes vagy ferdenövésű, majd jól kifejlett lombszeleket, úgynevezett *tőleveleket* és kis pikkelyalakú levélkéket, úgynevezett *alleveleket*, majd kizárólagosan csak alleveleket fejleszt, amelyeknek hónaljában vagy földalatti vagy földfeletti ágai erednek. A gyökértörzs élő szár; alakja és nagysága növekedési módja szerint változó. Az egyenes, merőleges növésű gyökértörzs rendszerint egy karóalakú főgyökérbe folytatódik, ritkábban mellékgyökereket fejleszt a korán elpusztuló főgyökér helyébe; mindig hengeres, sugaras szerkezetű, inkább csak vastagsága irányában gyarapodik, tenyészőcsúcsa, mely az őt borító levéldudorokkal és fiatal levélkével csúcsrügyét alkotja, csak kis mértékben gyarapítja őt hosszanti irányban. Sűrű csomóin részint hártás, pikkely-



100. ábra. *Asplenium Fabianum*; levélből *M* eredő járulékos hajtás *T*, öt levéllel és néhány járulékos gyökérrel *W*. Természetes nagyság. (Noll.)



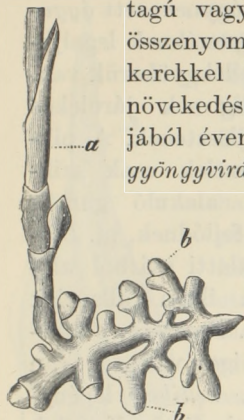
101. ábra. A *Petroselinum sativum* merőleges növésű gyökértörzse karóalakú főgyökérrel. Természetes nagyság. (Schmeil.)



102. ábra. *Convallaria majalis*; korlátlan növésű gyökértörzse, földfeletti virágos szárral. Természetes nagyság. (Schmeil.)

alakú allevelek, részint szép nagy zöld színű lombszelek, tőlevelek fejlődnek, utóbbiak gyakran szép levélrózsát alkotnak, a levelek hónaljában pedig a földfeletti hajtások állanak; ez utóbbiak alsó törpeszártagú részei gyakran szintén erősebben vastagodnak és a gyökértörzsnek maradó ágaivá alakulnak; ily gyökértörzset

régebben *sokfejű gyökértörzs*-nek is neveztek, pl. *pitypang*, *lóherefajok*, *ernyősök* (101. ábra) stb. A vízszintes vagy ferdénövész gyökértörzs többnyire nyúltszártagú vagy részben törpe-, részben nyúltszártagú; hengeres vagy összenyomott oszlopalakú kétoldali szerkezetű és csak járulékos gyökerekkel bír. Tenyészőcsúcsa vagy állandóan a föld alatt folytatja növekedését, miközben a gyökértörzs egyes pikkelyleveleinek hónaljából évente új meg új földfeletti egynyári hajtások ágaznak ki, pl. *gyöngyvirág* (102. ábra), *Polygonum bistorta*, *madársóska* stb., vagy csúcsrügye földfeletti szárrá fejlődik; valamely pikkely vagy tölevél hónaljában pedig egy időben föld alatt növekedő ága támad, mely a földalatti szár hosszanti növekedésének szerepét átveszi, ami évről évre szabályosan ismétlődik; a földfeletti szár évente elpusztul, a földalatti ágak pedig ilyenén módon mindig tovább és tovább terjedő földalatti áltengelyt alkotnak, miért is a gyökértörzs ezen nemét *áltengelyes* vagy *korlátolt növész gyökértörzsnek*, előbbi pedig *fürtösen elágazó* vagy *korlátlan növész gyökértörzsnek* mondják; korlátolt növész gyökértörzse van pl. a *nőszirmnak*, *Salamon pecsétjének*, *Cannának*, *gyékénynek* stb. A korlátolt és korlátlan növész gyökértörzsnek is az a közös tulajdonsága, hogy amily mértékben gyarapodnak mellső részükben, époly mértékben korhad hátsó, idősebb

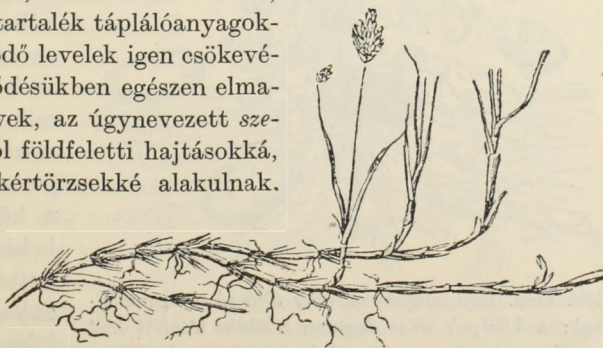


103. ábra. *Coralliorhiza innata* fürtös-bogasan elágazó gyökértörzse; *a* földfeletti termőhajtása, *b* a gyökértörzs új ágdudorai. Természetes nagyság. (Schacht.)

részük, innen van, hogy a gyökértörzsös növények eredeti termőhelyüktől minden évben távolabb és távolabb ütik fel fejüket, azaz vándorlásra képesek. Van *fürtös-bogasan elágazó gyökértörzs* is, némely növényen t. i. a korlátlan növekedésű, gazdagon elágazó gyökértörzsnek egyes ágai utóbb földfeletti szárakba folytatódnak és így a földfeletti szár részben szintén áltengelyekből alakul, pl. *Coralliorhiza* (103. ábra), *Epipogon* nevű Orchideáink korallalakú gyökértörzse.

A *tarack* a ferdénövész gyökértörzstől csak abban tér el, hogy vékony, hosszú, messze vagy mélyre terjedő nyúltszártagú földalatti szár, szártagjai felette megnyúltak, csomói pedig duzzadtak, bütykösek, fejletlen leveleket és nagyszámú járulékos rostos gyökereket hajtanak, pl. *tarackos búza*, *sásfélék*. (104. ábra.)

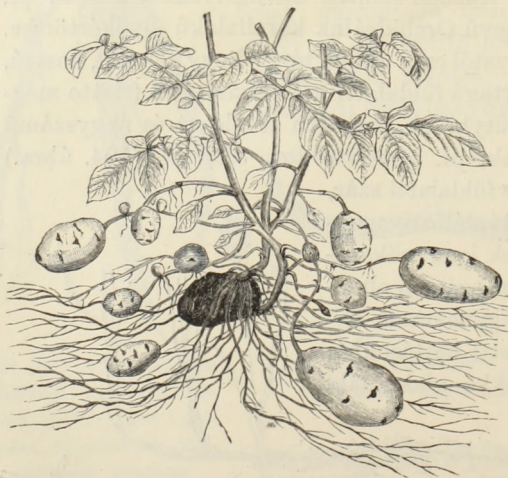
A *gumó* vaskos, gömbded, húsos földalatti szár, melynek szövete nagyrészt tartalék táplálóanyagokkal van telve; a gumón fejlődő levelek igen csökevényes allevelek, gyakran fejlődésükben egészen elmaradnak, hónaljukban a rügyek, az úgynevezett *szelemek* keletkeznek, melyek hol földfeletti hajtásokká, hol földalatti ágakká, gyökértörzsökké alakulnak. Némely növényen a főszár legalsó, még pedig szíkalatti vagy szíkefeletti része vastagszik erősen, amiáltal az úgynevezett *szárgumó* alakul, másokon a tarackszerű



104. ábra. A *Carex arenaria* tarackja. $\frac{1}{3}$ kisebbítve. (Potonié.)



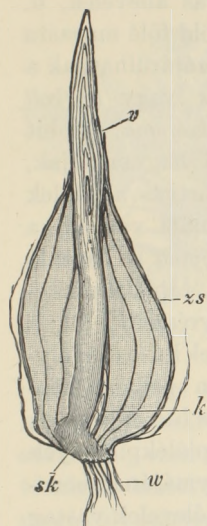
105. ábra. *Cyclamen europaeum*. Szárgumós virágzó növény. Kisebbitve. (Reichenbach.)



106. ábra. Egy burgonyanövény alsó része ággumókkal; a középső sötét ággumó a földbe ültetett öreg gumó, amelyből az egész növény fejlődött. $\frac{1}{2}$ kisebbítve. (Strasburger.)

vagy gyökértörzshöz hasonló földalatti szárnak egyes ágai lesznek gumókká, úgynevezett *ággumókká*. A szárgumóknak legaljkon számos mellékgyökerük van, azonkívül pedig sok járulékos gyökeret is fejlesztenek. A pikkelyalakú allevelek csak szíkefeletti szárból alakuló gumók felső részében fejlődnek, pl. *Dioscorea*, a szíkalatti szárból alakuló gumókon ilyen allevelek hiányzanak, pl. *Eranthis*; a szárgumók alakja igen változó; van gömbölyű, pl. *keltike*, lepényalakú gumó, pl. *Cyclamen*-fajok (105. ábra), tányéralakú gumó stb.; legérdekesebb a *Testudinaria* hatalmas, paralemezes gumója. Mindezek a gumók élőlők, huzamos időn át folyton gyarapodnak és évről évre földfeletti hajtásokat fejlesztenek, csúcsukat takaró alleveleik hónaljából vagy kis törpeshajtágú töphajtásukból, amely utóbbi tenyészőcsucsukból fejlődik. Az ággumókra jellemző, hogy mindig gyökértelenek, a rajtuk megjelenő allevelek pedig igen csökevényesek, csak mintegy jelezvék a szemeket rejtő gödörkék alatt; alakjuk, nagyságuk szintén igen változó, pl. *burgonya* (106. ábra); az ággumók teljes kifejlődésével, ami a vegetáció megszűntével esik össze, a növénynek többi része mind elpusztul és csak a gumók maradnak meg a földben; a következő tenyészési időszak beköszöntével szemei mind kihajtanak, a felhalmozott táplálékanyag felhasználásával belőlük földalatti és földfeletti hajtások fejlődnek, kialakul az új növény,

amelyen nemsokára az új ággumók képződése is kezdetét veszi, miközben a régi gumó fokozatosan összeaszva, utóbb teljesen elpusztul.



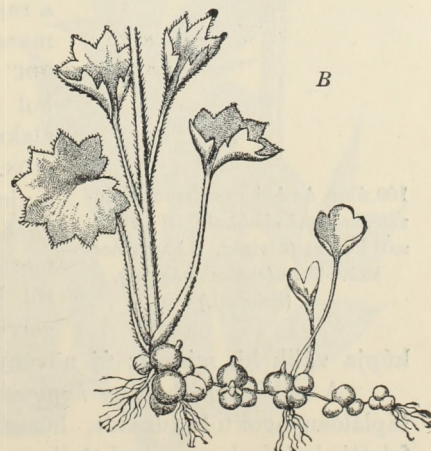
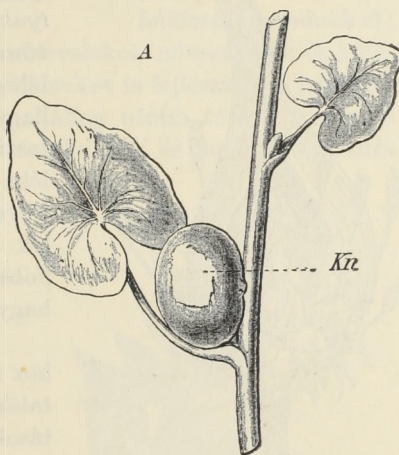
107. ábra. A Tulipa Gesneriana hagymája hosszanti metszetben; *sk* hagymatönc, *zs* hagymapikkelyek, *v* csúcsrügy, *k* fiókagyma-kezdemény, *w* gyökök. Természetes nagyság. (Strasburger.)

más fölé esik, pl. *sáfrány*, *Gladiolus*. Az új hagymagumó csúcsrügye mindig csak a következő évben lesz földfeletti szárrá, amikor a régi hagymagumó fokozatosan elpusztul.

A *hagyma* külső alakja felette hasonlít a hagymagumóhoz, de szerkezete más; a törpeszártagú földalatti szárrészletben, mely itt gyakran megrövidült kúpformájú és *hagymatönc*nek neveztetik, alig tart tartalék-táplálóanyagokat, hanem ez a töncön sűrűn álló vastag, húsos allevelekben, az ún. *táplálékpikkelyekben* halmozódik fel nagy mennyiségben és ezek szabják meg azután a hagyma alakját és nagyságát is. A hagyma-

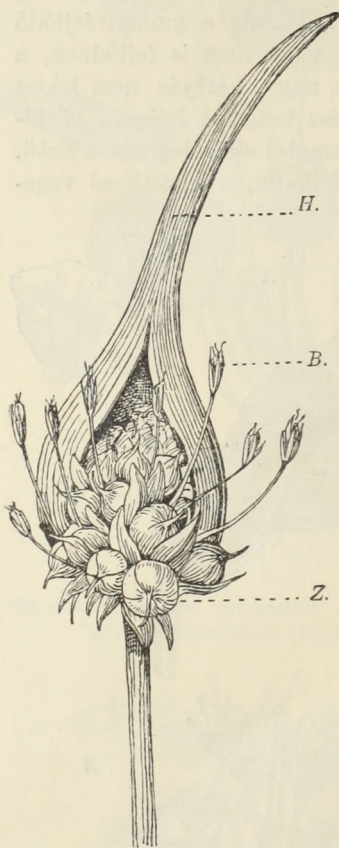
A *hagymagumó* a szárgumóhoz hasonlóan szintén a földfeletti szárnak módosult, vastag, húsos, törpeszártagú, tartalék-táplálóanyagokban gazdag, legalsó földalatti részlete, melynek kiszélesedett alsó részében nagy számban mellékgyökerek, illetve járulékos gyökerek erednek, de míg a gumón fejlődő levélképletek igen csökevényesek, vagy nem is fejlődnek, a hagymagumónak közeleső csomóin, nagy, hártyás nem húsos allevelek fejlődnek, amelyek az egész tengelyt héjasan körülhüvelyezik. A hagymagumó, a szárgumótól eltérőleg, rövid életű, csak egy tenyészési időszakon át fejlődik, a következő vegetáció tartama alatt, úgy mint az ággumó, fokozatosan elpusztul, amennyiben tartalék-táplálóanyaga részben a földfeletti hajtás, részben egy új hagymagumó képzésére használdik fel.

Az új hagymagumó mindenkor mint oldalág valamelyik héjas allevél hónaljában jön létre, még pedig vagy a hagymagumó alján, amidőn azután a régi pusztuló és új hagymagumó egymás mellett foglal helyet, pl. *kikircs* (79. ábra), vagy a hagymagumó csúcsa alatt, amidőn a régi és új hagymagumó ferdén egy-



108. ábra. A a salátaboglárka alsó szárrészlete gumócskával *Kn*; B Saxifraga granulata alsó része gumócskákkal. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

tönk csúcsrügyben végződik, mely utóbb a legtöbbször földfeletti szárrá fejlődik, alsó részéből pedig nagy számban rostos mellégyökerek, illetőleg járulékos gyökerek erednek. A táplálékpikkelyeket sokszor száraz hártvás allevelek, ún. *hagymahéjak* burkolják, a táplálékpikkelyeken belül pedig a föld fölé magasra kiemelkedő tölevelek legalsó vastag húsos hüvelyes részei is hozzájárulhatnak a hagyma alakításához. Van *héjas* vagy *burkolt hagyma* és *csupasz* vagy *pikkelyes hagyma*, előbbit jellemzik a barna vagy másszínű hagymahéjak, utóbbin a héjat alkotó száraz, hártvás allevelek teljesen hiányzanak. Héjas hagymája van pl. a *tulipánnak* (107. ábra); a *vörőshagyma* is hasonló szerkezetű, azaz a hagymahéjból, táplálékpikkelyekből és a tölevelek húsos hüvelyrészeiből áll; a *tyúktaréj* héjas hagymáján a tölevelek húsos hüvelyrészei, a hóvirág héjas hagymáján pedig a táplálékpikkelyek hiányzanak, a *fehér liliom* csupasz hagymájának borulékát csak táplálékpikkelyek teszik, a *turbán-liliom* csupasz hagymájának boruléka pedig táplálékpikkelyek és a tölevelek vastag hüvelyes részeiből is áll. Gyakran a hagymalevelek hónaljában apró kis hagymák, úgynevezett *fiókhagymák* mint oldalágak keletkeznek, az ily hagymát azután *összetett hagymának* nevezik.



109. ábra. Az *Allium sativum* virágzata hagymácskákkal; *H* virágzati burok, *B* virág, *Z* hagymácskák. Természetes nagyság. (Schmeil.)

A *sarjgumók* vagy *gumócskák* az ággumókhoz felette hasonló, de módosult földfeletti, tartalék-táplálóanyagoktól duzzadt igen fiatal hajtások, amelyekben azonban csak a tengely vastag, a rajta fejlődésnek induló levelek pedig satnyák maradnak. Ily sarjgumók, melyek különböző alakot mutatnak és különböző nagyságot érnek el, hol a szárnak közönséges hónalji lombrügyeiből alakulnak, pl. *salátaboglárka*, *Saxifraga granulata* (108. ábra), hol a virágrügyek módosulása folytán a virágok helyén állanak elő, pl. *Polygonum viviparum*; a sarjgumók mindig szaporításra valók, mert mihelyt teljesen kifejlődnek, az anyanövényről leválnak és kedvező körülmények között tengegyükön csakhamar a gyökér és szár tenyésző-

kúpja válik ki, mire az új növény gyors továbbfejlődésnek indul.

A *sarjgumók* vagy *hagymácskák* nem egyebek, mint vastag, tartalék-táplálóanyagoktól duzzadt, húsos, levelekkel megrakott törpeszártagú földfeletti hajtások, amelyek teljesen a hagyma szerkezetét mutatják és ugyanolyan hivatásúak mint a gumócskák. Szintén vagy lomblevelek hónaljában hónalji rügyek módosulatai, pl. *Lilium bulbiferum*, vagy virágok helyén virágrügyek átalakulása folytán állanak elő, pl. sok *hagymafajon* (109. ábra).

b) *Szaporító hajtások*. A tartalék-táplálóanyagokat gyűjtő szárok nagyobbára mind a növényfajok szaporítását is teljesítik; kizárólagosan



110. ábra. A földieper indájával. Kisebbitve. (Emery.)

szaporító hajtások az *indák*; számos dudvaszerű növényen mint hosszú, vékony, részben törpe-, részben nyúltszártagú, tarackhoz hasonló, ferdevízszintes növéssű hajtások; a főszár tövén, vagy a földalatti szárból ágaznak ki s a föld felületén terjednek el;

csomóikon hol alleveleket, hol jól kifejlett lombleveleket növesztenek és különösen törpeszártagú részleteiken járulékos gyökereket is fejlesztenek nagyobb számban; ezen utóbbi helyeken a levelek hónaljában utóbb rövid, merőleges

tőszárok keletkeznek és mialatt ezek teljesen kialakulnak, az indának hosszúra megnyúlt szártagjai elpusztulnak, a tőszárok pedig mint önálló növények folytatják életműködésüket, pl. *földi eper*. (110. ábra.)

c) *Áthasonításra módosult szárképletek*

a *levélágak* vagy levélforma szárok; ezek nemcsak külső alakjukra, hanem belső szerkezetükre is többé-kevésbé megegyeznek a levelekkel; majd nagy lemezalakúak, pl. *egértővisfajok* (111. ábra); majd keskeny vékony tűalakúak, pl. *spárgafajok*, rajtuk mindig csökevényes pikkelyalakú, az áthasonítási feladatokra teljesen alkalmatlan, korán elfonynyadó levelek fejlődnek és a szaporodási szervek is rajtuk keletkeznek. Jellemző ily levélágas növényekre, hogy hengeres, nem módosult száraikon is csak csökevényes leveleket fejlesztenek, úgy mint a húsos szárú vagy szárnyas szárú növények, hol az áthasonítási munkálatot nem módosult ágak végzik, hanem erre az egész tengelyrendszerhivatott, pl. *kaktuszfélék*.

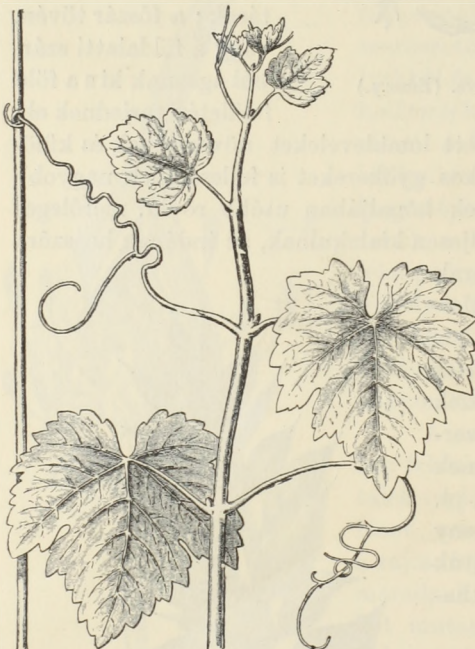
c) *Áthasonításra módosult szárképletek*

a *levélágak* vagy levélforma szárok; ezek nemcsak külső alakjukra, hanem belső szerkezetükre is többé-kevésbé megegyeznek a levelekkel; majd nagy lemezalakúak, pl. *egértővisfajok* (111. ábra); majd keskeny vékony tűalakúak, pl. *spárgafajok*, rajtuk mindig csökevényes pikkelyalakú, az áthasonítási feladatokra teljesen alkalmatlan, korán elfonynyadó levelek fejlődnek és a szaporodási szervek is rajtuk keletkeznek. Jellemző ily levélágas növényekre, hogy hengeres, nem módosult száraikon is csak csökevényes leveleket fejlesztenek, úgy mint a húsos szárú vagy szárnyas szárú növények, hol az áthasonítási munkálatot nem módosult ágak végzik, hanem erre az egész tengelyrendszerhivatott, pl. *kaktuszfélék*.



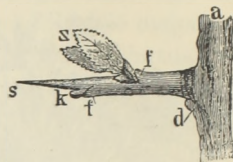
111. ábra. A *Ruscus aculeatus* levélágai virágokkal. Természetes nagyság. (Constantin.)

d) *Fogózkodásra módosult szárképletek* kizárólag olyan növényeknek sajátosságai, amelyek igen hosszú, vékony nyúlszártagú szárral bírnak és felfutásra alkalmas szervekre vannak utalva, hogy a szükséges levegőt, fényt megkapják, ilyen célra szolgálnak a már más helyen említett kapaszkodó gyökerek a kapaszkodó szárazon, pl. *Hedera* és a kapaszkodva csavarodó szárazon, pl. *Hoya*, de sok növényen, nevezetesen a fogózkodó szárú növényeken kapaszkodásra valók a hosszúra kinyúlt vékony, egyszerű vagy újból elágazó



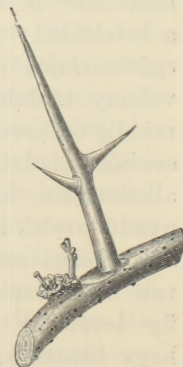
112. ábra. A szőlő szárának ágkacsaringói; az egyik kacsaringó a támasztóra kapaszkodik. $\frac{1}{2}$ kisebbítve. (Giesenhausen.)

e) *Védőszervekké módosult szárképletek* a szár- vagy ágtövisek; úgy alakulnak mint a gyökértövisek; a szártövisek rendszeren levéltelenek vagy legfeljebb aljukon fejlesztenek csökevényes leveleket, ritkábban vannak szép nagy lemezalakú, de hamar lehulló levelei; a szártövisek vagy egyszerűek, pl. *kökény* (113. ábra), *galagonya*, vagy elágazók, pl. *Gleditsia triacanthos*. (114. ábra.) Némely növényen a tövisek nemcsak mint védőszervek szerepelnek, hanem úgy, mint máshol, a tüskék és serték a felfutó vékonyabb, hosszú, gazdagon elágazó szárazak odaerősítésére is szolgálnak, ilyen tapadva felfutó vagy rövidesen *tapadó szárai* vannak például a *Calamus*, *Rubus*-fajoknak.



113. ábra. A kökény ág-tövise; *a* az ág, *d* levélripacs, melynek hónaljából az ágtövise *s* ered, *k* rügy, *f* és *f* levélripacs. *z* fiatal hajtás. Termézetes nagyság.

levéltelen módosult oldalágak, melyeket általában *kacsoknak* vagy *kacsarin-góknak* neveznek. A szárkacsok felette érzékeny csúcsukkal megfelelő támaszra akadva, erősen reá simulnak és köröskörül reá csavarodva az egész növénytestet odaerősítik. Az ágkacsok mint oldalágak mindig levelek hónaljában erednek, de gyakran fejlődésük alatt a bekövetkező eltolódás következtében a levelektől oldalt vagy velük szemben is megjelenhetnek, pl. *Cucurbitaceae*, máskor még bonyolultabb fejlődésűek, áltengelyt képeznek, pl. a *szőlő* (112. ábra); némelykor csúcsuk tányérszerűleg kiszélesedik és tapadó koronggá változik, pl. a *borostyánszőlő*.



114. ábra. A *Gleditsia triacanthos* elágazó ágtövise. $\frac{1}{2}$ nagyság. (Strasburger.)

5. *Csökevényes szárazak*. Míg a szép, zöldszínű levelű növények szára mindenkor többé-kevésbé jól kifejtett tengelyt alkot, addig sok olyan növény is van, melynek igen csökevényes szára van, pl. az élősködő növényeknek, de némely áthasonító növény vegetatív szervezetét is ily csökevényes szár alkotja.

Vízi lencséken (115. ábra) a szár és levél egyesülten alkotnak kis lencse-alakú, vízen úszó tengelyt, mely gyakran el is ágazik; alsó, növényzöldben szegény felületéből egyszerű finom gyökeret fejleszt, felső, növényzölddel bővelkedő, a vízből kiemelkedő felületén pedig a szaporodási szervek jutnak kifejlődésre.

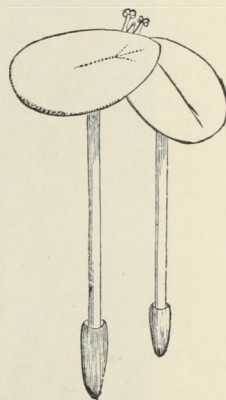
Élősködőkön a szár néhol finom, hosszú, fonákalakú, csak járulékos fejletlen gyökereket, apró pikkelyalakú leveleket és szaporodási szerveket hoz létre, pl. *aranka*, máskor vastagabb, középnyagyságú, de szintén csak pikkelyalakú leveleknek és szaporodási szerveknek létesítője, pl. *Monotropa*, *Orobanche*; ismét máskor csak rövid, vaskos szövettestet alkot, melyet oldalt bőrnemű pikkelyek fednek, csúcsát pedig vagy számos virágból álló virágzat tetőzi, pl. *Balanophoraceae*, vagy csak egyetlen egy nagy virág zárja be és az egész növény csak ebből látszik állani, pl. *Rafflesia*.

III. *A szárazak élettartama*. A szár szerkezete, az elágazás módja és fokozata meghatározza a szárnak és így az egész növénytestnek élettartamát.

Vannak növények, melyek egész életükben csak egyszer virágznak, terméseiket megérlelik és aztán elhalnak és vannak növények, melyek hosszú, olykor igen hosszú életükön át ismételten többször virágznak és mindannyiszor fajuk szaporítására terméseket és magvakat érlelnek. Az első csoportba tartoznak az *efemer*, *egyéves*, *kétéves* és *sokéves növények*, a második csoportba az *élő dudvás* és *körös növények*, az *élő pozsgás* és *fás növények*.

Az *efemer* növények a legrövidebb életűek, kora tavasszal a magból kikelve, csakhamar annyira kifejlődnek, hogy virágznak és magvakat is érlelnek; a magvak elhullatásával teljesen elpusztulnak, de még ugyanezen nyáron a kihullott magvakból új egyének fejlődnek, melyek szintén rövid idő alatt magvat érlelnek és azután elpusztulnak; illetén módon az *efemer* növényeknek két, sőt három nemzedéke is teljesen kifejlődésre jut egy-egy évben tavasszal, nyáron és ősszel; a különböző nemzedékek többnyire csekély mértékben el is térnek egymástól, amikor aztán *tavaszi*, *nyári*, illetőleg *őszi alakok* között tesznek különbséget a tudományban, pl. *csillaghúr*, *szemvidító*, *tárnics*, *csengetyűkefajok* stb.

Az *egyéves* vagy *egynyári* növények egy nyár alatt fejezik be teljesen életműködésüket, rendszeren tavasszal csiráznak, gyorsan növekednek, a tavasz vége felé már virágznak és nyár elején rendszeren már érlelik terméseiket, a magvak kihullatásával pedig teljesen elpusztulnak, pl. *gabonafélék*, *veronikafajok*.



115. ábra. Apró békalencse, egész növényke. 10-szer nagyítva.

A *kétéves* vagy *kétnyári* növények két tenyészési időszakon át élnek; az első évben többnyire csak törpeszártagú rövid száruk fejlődik ki sűrűn álló, rendszeren levélrózsát alkotó tőleveleivel; a második évben folytatja növekedését, rövidebb-hosszabb nyúltszártagú szárat fejleszt, virágzik és terméseit megérleli, de azután az egész növény elpusztul, pl. *kígyószisz*, sok *fészkes-* és *keresztesvirágú* növény.

A *sokéves* növények élete több, olykor számos évre terjed, ezen idő alatt csak vegetatív részeit gyarapítják; száruk többnyire levelekkel sűrűn

megrakott törpeszártagú tőszár, de ez életük utolsó évében hatalmas nyúltszártagú virágzatot hordó szárrá fejlődik; sok virágából hamarosan termés lesz, közben a növény többéves levelei fokozatosan elfonnyadnak és mire a maghullás bekövetkezik, az egész növény teljesen elhalt kóróvá változott, pl. *Agave*. (116. ábra.)

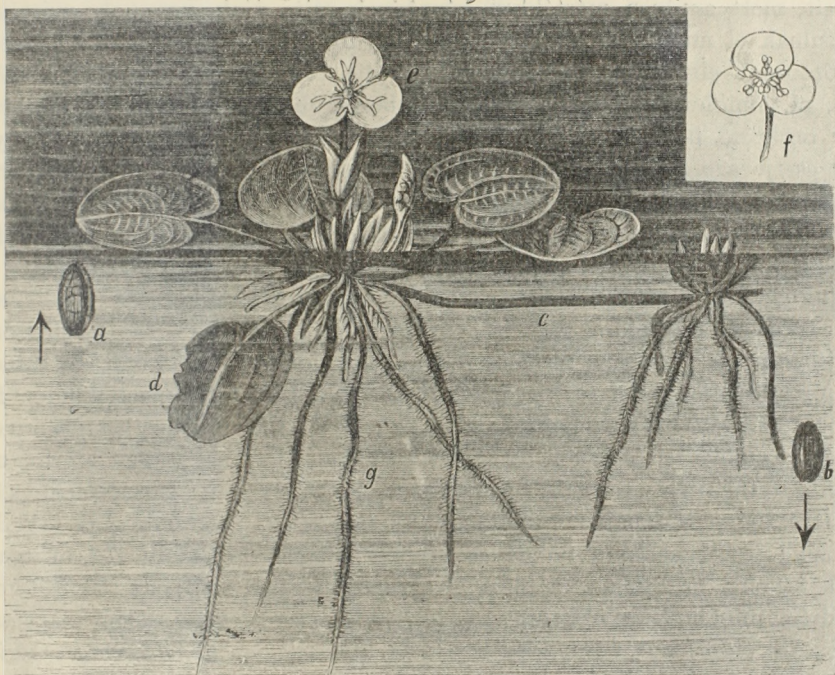
Az *élő dudvás* növények látszólag életükben egyszer virágzó növények, mert magvaik érlelése után az egész növény pusztulásnak indul, csak egyes hajtásai maradnak meg és ezekkel kezdi, helyesebben folytatja a növény életét a következő évben. Ezen hajtások vagy *megújító hajtások*, vagy *szaporító hajtások*. Vízinnövényeink között sok olyan van, melyből késő ősszel csak a főszár és ágainak csúcsrügye marad meg, ebbe huzódik vissza, halmozódik fel a sok tartaléktáplálóanyag, míg a szár többi része mind elpusztul; ezen duzzadt rügök mint *áttelelő rügök* a hideg beálltával vizeink fenekére süllyednek, itt nyugalomban maradnak egész télen át, de kora tavasszal már továbbfejlődnek, pl. *rence*, *Aldrovandia*, *Potamogeton*, *békatutaj* (117. ábra) stb. Más növényeken a megújító hajtások közönséges hónalji rügyekből fejlődnek, pl. *Samolus*, *Pedicularis*-fajok, vagy mint járulékos hajtások a gyökéren képződnek, pl. *gyujtoványfű*, *mezei folyóka* stb. Ezek a megújító hajtások a téli rügökhöz hasonlóan áttelelnek, míg a növény többi része teljesen elpusztul, tavasszal azután a megújító hajtásokból megifjodó növény továbbfolytatja életét. Az indás növények is, pl. *földi eper*, *élő dudvás* növények, mert az indákon, mint szaporító hajtásokon keletkező új tőszárak szintén csak fennmaradó részei az elpusztuló anyagnövénynek.



116. ábra. *Agave americana* sokéves növény leveles tőszárral és magas, virágzatot viselő szárral. Kisebbitve. (Smalian.)

Az *élő kórós növényekre* jellemző, hogy maradó, évről évre továbbfejlődő és gyarapodó földalatti száruk van, földfeletti hajtásaik pedig minden évben elpusztulnak; ilyenek tehát a gyökértörzsös, tarackos, gumós, hagymagumós és hagymás növények.

Az *élő pozsgás növényeknek* folyton továbbfejlődő és gyarapodó földfeletti, vastag, húsos száruk van, leveleik csökevényesek, vagy módosult levelek, az áthasonítási munkálatra nem alkalmasak, ezt itt a szár végezi; ezek a sajátos termetű növények csak melegebb tájak, főleg a tropikus vidékek lakói,



117. ábra. *Hydrocharis morsus ranae*. *a* tavasszal a víz színére emelkedő téli rügy, *b* ősszel a növény testéről levált és a víz fenekére süllyedő téli rügy, *c* inda, *d* csigáktól kikezdett levél, *e* termős virág, *f* porzós virág, *g* vízgyökerek. Kisebbitve. (Smalian.)

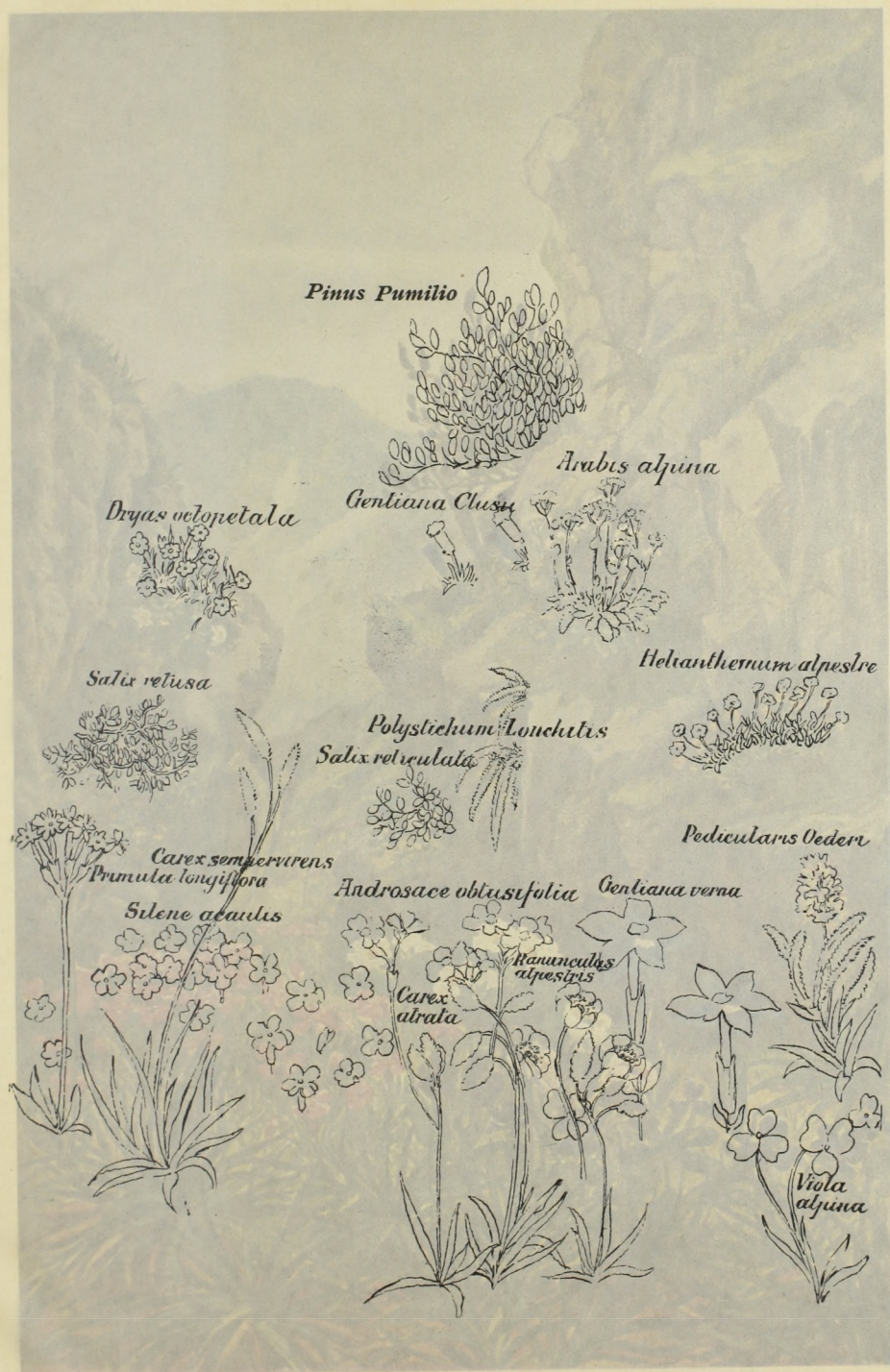
elég magas kort érhetnek el és egész életükön át minden évben újból és újból virágoznak és érlelik terméseiket, pl. forróföldi *kutyatejfélék*, *kaktuszfélék*.

A *fás növények* jellemző tulajdonsága a kitartó, erős, fás földfeletti szár, amely évről évre gyarapodó hatalmas ágrendszer, vagy legalább nagy levélkoronát fejleszt, a megfelelő korban virágozni kezd és azután élete végéig, mely a legtöbbnél számos évre terjed, minden évben meghozza virágjait és terméseit. A fás növényeket régi idő óta *félcserejékre*, *cserjékre* és *fákra* szokás osztani. A cserjék és félcserejék nagyrészt mellékszáras, a fák főszáras növények. A félcserejék fiatal nyári hajtásai a vegetáció megszűntével elpusztulnak, erősebb, már megfásodott tavaszi hajtásai ellenben megmaradnak és következő évben

új ágakat növesztenek, pl. *Salvia officinalis*. A cserjéknek összes ágai korán megfásodnak, megmaradnak és a következő évben folytatják növekedésüket; némely cserjék tetemes magasságot érnek el, pl. nálunk a *mogyoró*, sok *fűzfaj* stb., mások aprók, törpék maradnak, mint pl. *Helianthemum*-fajok és különösen a havasokon termő törpe cserjécskék: *Empetrum nigrum*, *Salix*-fajok, stb. (6. melléklet.) A növényország előkelői a *fák*; főszáruk fatörzs vagy pálmatorzs; a fatörzs mindig gazdag ágrendszernek, szép lombkoronának a hordozója, a pálmatorzs ellenben ritkán ágazik el és akkor is gyéren, de ahelyett hatalmas levélkoronát visel legfelső részében; a pálmatorzs csak fokozatosan veti le a leveleit, mert amilyen mértékben képződnek rajta újak, ugyanoly mértékben pusztulnak el mindig a levélkoronának legalsó, legidősebb tagjai; a fatörzs időközönként elveszti lombozatát, még pedig vagy évente a tél beköszönte előtt, pl. lombhullató fáink, vagy csak hosszabb időközökben, pl. lombtartó vagy örökzöld fáink. Cserjeink is lombhullatók vagy örökzöldek. Némely fa vagy cserje azonban bizonyos termőhelyen elveszti lombozatát, más termőhelyen meg örökzöld, pl. a *fagyal*. A levélkoronás fák, amilyenek a *pálmák*, *Cycadeae* (7. melléklet), *faharasztok*, csak melegebb vidék, főleg a forró földöv lakói, a lombkoronás fák az egész földön elterjedtek. A levélkoronás fák alakjukban, termetükben lényegesen különböznek a lombkoronás fáktól, előbbiek termetét többnyire csak az egyszerű fatörzs és hatalmas levélkoronája szabja meg, az utóbbiak termetét ellenben a lombozaton kívül a mindenkor jól kifejtett ágrendszer is jellemzi (8. melléklet); csaknem minden fajta lombkoronás fának van jellemző alakja és ennek közelebbi megjelölése mindenkor érvényesül a leírásokban. Virágzási korukban elért nagyságuk szerint megkülönböztetnek első-, másod-, harmadrendű fákat, az igen alacsony fákat *törpefáknak* vagy *fácskáknak* mondják. A fák magassága és vastagsága fajonként változik; legmagasabbra nő az *Eucalyptus amygdalina*, mely 150 m magasságot is elér hazájában, a *Mammút-fenyő* 80—140 m-t; az 50 m-t meghaladják minálunk a *jegenyefenyő*, *lúcfenyő*, a *vörösfenyő*; 30 m magasságot érnek el az *erdei fenyő*, *bükkfa*, *fehér nyárfa*, *kocsánytalan tölgyfa*, *magas kőrisfa*; mint legvastagabb fák ismeretesek a *jóféle gesztenyefa* 20 m átmérőjű fatörzsszel, a *Taxodium mexicanum* 16 m., a *boglárfa* 15 m, a *nagylevelű hársfa* 9 m, a *kocsányos tölgy* 7 m átmérőjű fatörzsszel stb. A többi ismeretesebb lombos fáink vastagsági átmérője legfeljebb 1—3 m-t tesz ki. A kor, amelyet e növényóriások elérnek, némelyekre meglehetősen biztossággal határozott, így pl. a *tiszafa* életkorának végső határát 3000 évre becsülik, a *jóféle gesztenyefa*, *kocsányos tölgy* és a *libanoni cédrus*ét 2000 évre, a *lúcfenyő* 1200 éves kort érhet el, a *nagylevelű hársfa* 1000 évet, az *erdei fenyő*, *vörösfenyő*, *havasi fenyő*, *fehér hársfa* 500 évnél magasabb kort érhetnek el stb. Ismeretesek egyes faóriások, amelyeknek életkorát 4000, 5000, sőt 6000 évre is becsülik a szakférfiak.

Az emberek háztartásában való sokféle hasznuk és feltűnő megjelenésük egyaránt oka annak, hogy az emberek a fákat legjobban ismerik az összes növények között, legjobban kedvelik és leginkább érdeklődnek irántuk.

IV. *Rügyek*. Egyenlő hőmérsékletű és nedves klimában élő évelő növényeken, de az efemer és egyéves növényeken is, bárhol teremnek, a szár és



Az Athenaeum T-L. nyomása.

6. ALHAYASI VIRÁGOS NÖVÉNYEK.

Részlet a Magas-Tátra héjai mészhavasaiból.



Az Athenaeum f.-t. nyomása.

6. ALHAVASI VIRÁGOS NÖVÉNYEK.

Részlet a Magas-Tátra béli mészhavasaiból.





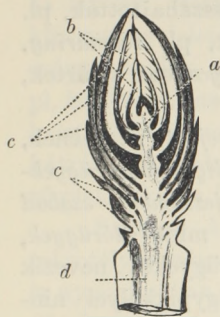
7. CIKÁSZFÉLÉK. CYCADEAE.



8. BÜKKÖS.

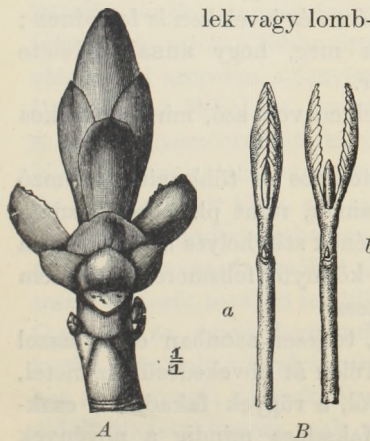


az ágak tenyészőcsúcsai is állandóan, megszakítás nélkül tovább nőnek, ellenben a váltakozó évszakú klímák alatt élő fás növények főszárának és ágainak tenyészőcsúcsai csak bizonyos fokig növekednek, azután az oldalakon fejlődött fiatal levélképletektől részben vagy egészben elfedve, nyugalomra térnek és csak a kedvezőtlen száraz vagy hideg évszak elmúltával folytatják újból tovább-növekedésüket. Ily embrionális állapotban maradó hajtásokat, ágakat *rügyeknek* nevezik.



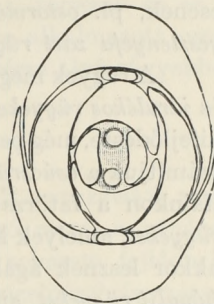
118. ábra. A *Syringa vulgaris* lombrügge hosszanti átmetszetben, *a* rügytengely, *b* fiatal lombszelek, *c* rügy pikkelyek, *d* ág részlet. Természetes nagyság. (Smalian.)

káros hatások ellen óvó allevelek hol hártyásak, vékonyabbak és zöldszínűek, amikor *rügytakaróknak* is nevezik, hol vastagabbak, bőrneműek és barnaszíneűek, amikor *rügy pikkelyeknek* mondják. Megkülönböztetünk *lomb-, virág- és vegyesrügyeket*, aszerint amint, eltekintve az óvó allevelektől, lombszelek, viráglevelek vagy lomb- és viráglevelek teszik a rügy borulékát. Némely rügyekben a rügytengely elágazó és ezen embrionális ágacsok is fedve vannak már saját oldalképleteikkel; ily rügyek azután *összetett rügyeknek* neveztetnek.



120. ábra. *A* az *Aesculus Hippocastanum* fedett lombrügge; *B* a *Viburnum Lantana csupasz* lombrügge, *a* fakadás előtt, *b* fakadásakor. Kisebbitve. (Giesenhagen.)

Az élők világa.



119. ábra. Az *Evonymus japonicus* lombrügge keresztmetszete 12-szer nagyítva. (Strasburger.)

A rügyek alkotásában rendkívül nagy a változatosság a rügy borulékát tevő levelek, különösen az óvó allevelek borulási és türemlési módja szerint. (120. ábra.) Leggyakoribb a *fedelkes borulás*, midőn az óvó allevelek cserepzsindelyszerűleg borulnak egymásra, tehát széleikkel takarják egymást; ha csak széleikkel érintkeznek, *kopácsosnak*, és ha az óvó allevelek egészen szabadok, *nyílnak* nevezik a borulást; ritkább a csavart, ölelő, fogódzkodó stb. borulás. A *türemlés*, vagyis az egyes levelek fekvési módja még változatosabb, mert gyakran a rügyborulék különböző tagjai

különböző türemlést is mutatnak; a rügyben a fiatal levelek leggyakrabban egyenesen kiterültek, pl. *fagyöngy*, felébe összehajtottak, pl. *meggyfa*, többszörösen összehajtottak, pl. *gyertyánfa*, behajtottak, pl. *almafa*, visszahajtottak, pl. *májfű*, befelé hengeredettek, pl. *nyárfa*, visszahengeredettek, pl. *rozmarin*, betekeredettek, pl. *Canna*, bekunkorodottak, pl. *harasztok*, *Cycadeae*, gyűrtek, pl. *Rheum* stb.

Megjelenési módjukat tekintve nevezik a rügyeket *rejtett rügyeknek*, midőn a szár kérge őket körülburkolja, pl. *Gymnocladus*; *félre rejtett rügyeknek*, midőn a támasztó-levél alapja takarja a rügyet, pl. *jezsáment*, *szabad rügyeknek*, amidőn szabadon jelennek meg a száron, vagy mint *ülőrügyek*, pl. *fűzfa*, vagy mint *nyeles rügyek*, pl. *égerfa*. A szabad rügyeket nevezik azonfelül *csupasz rügyeknek*, ha óvó rügytakarói, vagy rügypikkelyei nincsenek, pl. *ostorménfa* és *fedett rügyeknek*, ha óvó allevelei vannak, pl. a *lógesztenyefa zárt rügyei* (120. ábra), vagy a *bodzafa nyílt rügyei*.

A rügyek megjelenési helyét tekintve megkülönböztetünk elsősorban *rendes és járulékos rügyeket*. A rendes rügyek mindig előre meghatározott helyen jutnak kifejlődésre, még pedig vagy mint *főrügyek* vagy mint *mellékrügyek*; a főrügyekhez számítjuk a *csúcsrügyeket*, amelyek a főszár vagy ágainak csúcsát tetőzik be (fáinkon a fatörzs sudarának csúcsrügyét *vezérszemnek* is nevezik), az *oldali rügyeket*, amelyek közvetlen a csúcsrügy mellett keletkeznek, és többnyire csak akkor lesznek ágakká, ha a csúcsrügy nem fejlődik tovább, pl. *körisfa*, és a *hónalji rügyeket*, amelyek a támasztólevelek hónaljában keletkeznek; a mellékrügyek csak némely növények sajátosságai, így pl. a *lepényfán* a hónalji rügyek felett keletkezik egy sorban néhány, különböző értékű rügy, melyeket itt *serialis mellékrügyeknek* neveznek. *Aristolochia*-fajokon a hónalji rügyek mellett, tehát tőlük jobbra és balra, fejlődnek szintén különböző értékű rügyek és ezeket *kollaterális mellékrügyeknek* nevezik. A járulékos rügyek előre meg nem határozott helyen, nemcsak a száron, hanem gyökéren és leveleken is fejlődnek; különösen némely fán oly nagy számban jelennek meg, hogy annak felülete tőlük sajátságos hoporcsos, göcsörtös külsőt nyer.

A járulékos hajtások, melyekről már más helyen volt szó, mind járulékos rügyekből fejlődnek.

A rügyek alakja, felülete is rendkívül változatos és többnyire jellemző az illető fajokra. Általában a rügyek sajátosságainak, mint pl. a borulásnak, türemlésnek, a rügyek megjelenési módjának, helyének stb. helyes megállapítása sokszor az egyes növénycsoportoknak nemcsak könnyű felismerését, hanem még a fajok megkülönböztetését is lehetségessé teszi.

A rügyek már igen korán kezdenek fejlődni, teljesen azonban csak összel alakulnak ki, amikor a levélhullás veszi kezdetét. Télen át növekedésük szünetel, de kora tavasszal annál erősebben indul meg újból, a rügyek fakadnak, csakhamar fiatal hajtásokká alakulnak. A rügyek fakadása mindig a növények csúcsán kezdődik és onnan halad lefelé, legutoljára fakadnak a legalsó rügyek. Midőn a rügyek így előre meghatározott nyugalmi időszak eltelte után fejlődnek ki leveles ágakká, illetőleg virágokká, a rügyfakadás normális, de elég gyakori az abnormális rügyfakadás is, amely majd időelőtti vagy korai, majd kései.

A *korai rügyfakadás* abban nyilvánul, hogy a tavasszal vagy nyáron át keletkezett rügyek még ugyanazon nyáron vagy reá következő ősszel fejlődnek ki leveles, esetleg virágos hajtásokká, Budapesten pl. a *lógesztenyefákon* ez közönséges jelenség, de sok évelő növény is, mely tavasszal szokott virágozni, száraz, meleg nyár után már a szép őszi napokban hajt ki és virágzik, pl. *kökörcsin*, *kankalin*-fajok stb. *Kései rügyfakadásról* van szó, amidőn régebben keletkezett és rendes körülmények között idejében továbbfejlődő, de bizonyos hátráltató okok miatt kelleténél huzamosabb időn át nyugalomban maradt rügyek elkésve indulnak továbbfejlődésnek.

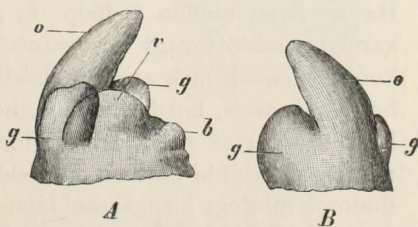
Számos, különösen fás növényen az évente fejlődő rendes rügyeknek tekintélyes száma nem fakad ki a következő tenyészési időszakban, hanem évekig is nyugalomban marad; ezen nyugvó rügyeket *alvó rügyeknek* nevezik; fakadásuk mindig csak bizonyos külső körülmények hatására történik és ez a kései rügyfakadással össze nem tévesztendő, pl. a kerítésre alkalmazott cserjéken, fákban a szokásos nyelés után fejlődő hajtások nagy része alvó rügyekből származik.

c) A levél.

A levelek többnyire növényzölddel bővelkedő, kiterült lemezalakú vagy más alakú, de a szártól mindenkor eltérő szerkezettel bíró részei a növényi testnek; csakis a száron és ágain keletkeznek, gyökéren sohasem fejlődnek. A növényi test életfolyamatában mint a táplálkozás és a vízpárolgás szervei szerepelnek, de egyéb életfeladatok teljesítésére is szolgálhatnak, amikor azután ezekhez mértén módosulnak és különbözőképp alkalmazkodnak.

A levelek mindenkor a szár tenyészőcsúcsának oldalán akropetális sorrendben nagyobbodó dudorok alakjában jelennek meg. (90. ábra.) Kezdetben magához a szár tenyészőcsúcsához hasonló, kis félgömb-, kúpalakúak, de minél hátrább esnek a tenyészőcsúcs hegyétől, annál jobban térnek el eredeti alakjuktól, fokozatosan többnyire kagylóalakú dudorokká lesznek, amelyek homorú oldalukkal szorosan a tenyészőcsúcsra borulnak és utóbb azt egészen eltakarják. (121. ábra.) Néhol az embriónális levelek a szár tenyészőcsúcsát köröskörül övedző kiemelkedések alakjában jelennek meg, vagy ily gyűrűs dudor több, egy magasságban fejlődő kisebb dudor egybeolvadása folytán is állhat elő, ezeknek későbbi alakja is fokozatosan változik további fejlődésükhöz képest. Gyakran az egyes levéldudorok már igen korán kétoldalt másodrangú kisebb dudorokat fejlesztenek, de ezekből nem lesznek új oldalképletek, hanem csak részei, pl. karélyai, szelvényei stb. az illető levélnek.

A levéldudorok igen gyorsan növekedve, csakhamar a szár tenyészőcsúcsának kúpos alakjától eltérő alakot öltenek és álta-



121. ábra. Az *Ulmus campestris* levélfejlődése; *A* tenyészőcsúcs *v*, két levéldudorral, a legfiatalabb levéldudor *b* még tagolatlan, az idősebb levéldudor már a dudor alapjára *g* és a dudor csúcsi részletére *o* tagolt; *B* az előző képen rajzolt idősebb levéldudor ferdén kívülről tekintve. 58-szor nagyítva. (Strasburger.)

lában felső és alsó részletre tagolódnak. Alsó részletét a *levéldudor alapjának*, felső részletét a *levéldudor csúcsának* nevezzük.

A levéldudor alapja, amellyel az egész levéldudor a szár tenyészőcsúcsához erősül, és ennek felületi részébe a levél további kialakulásában mintegy folytatódik, vagy visszamarad további fejlődésében, vagy erőbben növekedve, hol lemezesen kiszélesedik és a szárat hüvelyszerűleg körülövező *levél-hüvellyé* alakul, hol vastagabb *levélpárna* fejlődik belőle, hol pedig *melléklevelekké* lesz, amelyek kisebb-nagyobb lemezes függelék alakjában páros számban találhatók a teljesen kifejtett levelek alján, de sokszor a levélhüvellyel vagy levélpárnávalegyüttesen is kifejlődhetnek.

A levéldudor csúcsa csak ritkán nem fejlődik tovább, hanem fejletlen állapotban marad vissza, általában azonban ez viszi a legfontosabb szerepet a levél további kialakulásában, mert belőle alakul a szélesen kiterülő *levéllemez* és azonkívül alsó részéből a félhengeres-oszlopalakú *levélnyél*, mely fokozatosan a levéldudor alapjába folytatódik. A levéllemez fejlődése és kialakulása különböző módon történik. *Harasztokon* a szárhoz hasonlóan csúcsnövekedéssel megy végbe, rendesen hosszabb ideig, néhol évekig tart, míg a levelek teljesen kifejlődnek, sőt egyes fajokon a levél kialakulása még meg is szakad és periodikusan folytatódik tovább, pl. *Lygodium*. Az elágazó levéldudorokból úgynevezett *összetett levelek* vagy pedig *osztott* vagy *hasogatott egyszerű levelek* fejlődnek, míg az el nem ágazó levéldudorból mindig *ép levél* alakul. Jellemző a harasztok fejlődő leveleire, hogy csúcsuk, ha pedig összetettek fiatal oldalágaiknak csúcsai is, mindig spirálisan bekunkorodnak.

A csúcsnövekedésnek ellentétét mutatják az egész termetéről és összes sajátosságairól híres *Welwitschia* levelei; ezen Afrikában honos nyitvatermő növénynek csak két hosszú szalagalakú levele van, amelyek igen magas kort érnek el és évről évre csakis aljukon gyarapodnak, míg a levelek csúcsi részlete fokozatosan elpusztulván foszlányokra hasadozik. (9. melléklet.)

Magvas növényeken a levelek fejlődése általában sem csúcsnövekedéssel, sem alapjukon való növekedéssel, hanem közbeneső növekedéssel történik. Ha az ilyen módon fejlődő és továbbnövekedő levéldudorokból összetett, karélyos, osztott vagy hasogatott levelek lesznek, a levéldudoron kétoldalt igen korán jelennek meg apróbb elsődleges, esetleg másodlagos dudorok, még pedig hol akropetális, hol basipetális, hol divergenciális sorrendben. Az oldaldudorok képződésekor az egész levéldudor vagy megnyúlik hosszanti irányban, vagy nem és ez utóbbi esetben a levéldudor kiszélesedő csúcsa kerületében az oldaldudorok mintegy kisugárzani látszanak; előbbi esetben *szárnyas*, utóbbi esetben *tenyeres levél* keletkezik. A levélfejlődés és növekedés ezen említett főbb típusain belül sokféle módja van a levél teljes kialakulásának, sőt az csaknem levélformánként változik és módosul.

A levelek kialakulása alatt belső szerkezetük is mindinkább változik és a teljesen kifejtett levelek összes sajátosságai a levelek alkotó elemei, szöveteinek mineműségétől származnak. Így a levelek epidermise felületüket teszi felette változtatossá, különösen a belőle eredő *szőrképletek*, amelyek majd a levelek egész felületét, majd csak a levél színét vagy fonákát borítják; róluk a levelek épp oly



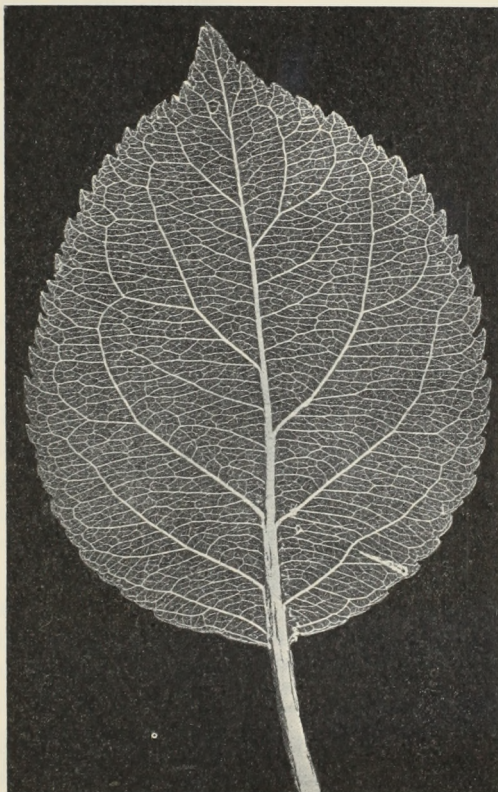
9. WELWITSCHIA MIRABILIS A KALAHARI SIVATAGON.



sokféle elnevezést nyernek, mint a szár és az egész növény; leggyakoribb elnevezések: szőrösödő, sertés, keményszőrű, borzas, érdesen borzas, horgas szőrű, pillás szőrű, szőrös, szösös, csillagszőrű, selymes, gyapjas, molyhos, pamutos, pókhálós, mirigyszőrű, bársonyos, érdes, lisztes, enyves, tüskés stb.

A levelek alapszövetének különböző kialakulása szerint megkülönböztünk *dorsiventralis*, *isolateralis* és *radialis* leveleket; továbbá húsos, dúsnedvű, vastag, hártás, bőrnemű, dudvanemű stb. leveleket. De legfontosabb az edénynyalábok szövete a levelek kialakulására, mert ez, mint a levelek szilárdabb váza, mindenkor leginkább a levelek alakbeli tulajdonságait szabja meg. A külalaktanban az edénynyalábokat egyszerűen *levélerek*nek nevezzük.

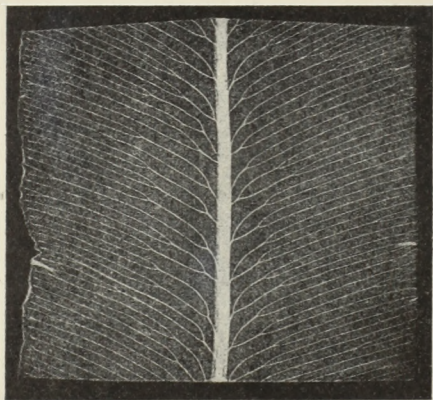
Kis, keskeny levelek csak egyetlenegy edénynyalábbal bírnak, ez a levél fejlődésével lépést tartva, az egész levélen végig húzódik, el nem ágazik és a levél *egyszerű főérét* alkotja, pl. *Elodea*, *tűlevelűek*. Nagyobb, hüvelyes vagy nyeles és széles lemezzel bíró levelekben nem egy, hanem több egyszerű vagy ismételten, többnyire sokszorosán elágazó edénynyaláb jut kifejlődésre. A hengeres vagy félhengeres levélnyelben a többes számban fejlődő edénynyalábok körben, illetőleg félkörben való elrendezkedést mutatnak, és így a legelőször kivált, legerősebb nyalábot középre fogva, legtöbbször hozzá is csatlakozva, a levél kiszélesedő lemezes részébe is folytatódnak és abban végig húzódva, a levél-



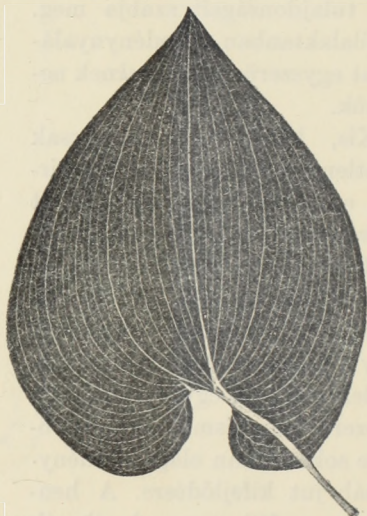
122. ábra. *Pyrus Malus* erezett levele. Természetes nagyság. (Ettingshausen.)

lemez vékonyabb-vastagabb főérét, *összetett főérét* alkotják, melyből jobbra és balra az ismételten elágazó *oldalerek* erednek. A főér és elsőrendű oldalágai rendszeren a levéllemez fonákán bordaszerűleg emelkednek ki, lefutásuk könnyen követhető; nem úgy a később keletkezett finom oldalerek és oldalerecskék lefutásai, utóbbiak a lemez alapszövetében elrejtve, a szomszédos erecskékkal sokszorosán összekapcsolódnak és ily módon a lemez alapszövetében valóságos *érhálózatot* képeznek. Ily hálózatos, recés erezetű levelek, vagy rövidesen *erezett levelek*, főleg a kétszikű magvas növényeket jellemzik (122. ábra); a harasz-

tok leveleinek erezete ehhez hasonló, csakhogy itt az oldalerek nem közalaposan, hanem többnyire ismételt villásan ágaznak el és így többé-kevésbé legyezőszerű erezetet formálnak (123. ábra). A szárhoz széles alapon illeszkedő és hüvelyes levelekben a nyalábok igen nagy számban válnak ki, a legelső és legerősebb edénnyaláb szintén mint főér az egész lemezen végighúzódik, a többiek pedig fokozatosan egymás mellett, legtöbbször külön-külön bizonyos távolságban egymástól, ívesen vagy egyenesen párhuzamosan egymás mellett haladva, a főértől jobbra és balra az egész lemezben szabályosan oszlanak el és mint úgynevezett *mellékerek* vagy a levélcúcsban érnek ismét össze vagy az oldalerekhez hasonló kitérő lefutást mutatnak; ily levelei vannak az egyszikű magvas növényeknek. Ilyen leveleket *eres levelek*nek nevezzük. (124. ábra.) Az erezett levelek, melyek főérrel és belőle



123. ábra. A *Scolopendrium officinarum* levélrészlete villásan elágazó oldalerekkel. Természetes nagyság. (Ettingshausen.)



124. ábra. A *Majanthemum bifolium* eres levele. Természetes nagyság. (Ettingshausen.)

kiágazó oldalerekkel bírnak, lehetnek *ívesen* vagy *egyenesen szárnyasan* és *ívesen* vagy *egyenesen tenyeresen erezett levelek*. Az ívesen szárnyasan erezett leveleken az oldalerek vagy a levél csúcsáig haladnak és itt összeérnek, pl. *somfa*, vagy a levél széle felé futnak, de azt el nem érik, szabadon végződnek, pl. *benge*, vagy a levél széle felé futva, elhajló végeikkel a levél szélének irányában egymással összekapcsolódnak, pl. *Periploca*; az egyenesen szárnyasan erezett leveleken a főérből eredő oldalerek mind egyenesen a levél széléig futnak és abban végződnek, pl. *nyírfa*, *bükkfa* stb. Az ívesen tenyeresen erezett leveleken a főér egy pontjából ujjasan kiágazó oldalerek mind a levél csúcsában összeérnek, pl. *Melastomaceae*, míg az egyenesen tenyeresen erezett leveleken az oldalerek a lemez szélének különböző pontjain végződnek, pl. *juharfa*, *mályvafélék*.

Az eres levelek főérrel és mellékerekkel, azonfelül még kis oldalerecskével is bírnak; vannak *sugarasan eres levelek*, pl. *Palmae* és *egyenközűen eres levelek*,

még pedig *egyenesen haladó* mellékerekkel, pl. *fűneműek*, és vagy *ívesen haladó összehajló* mellékerekkel, pl. *májusi gyöngyvirág* vagy *ívesen haladó széthajló* mellékerekkel, pl. *Canna*.

Az eres és erezett levelek között mintegy középen állanak azok a levelek, amelyek főérrel és néhány mellékérrel is bírnak, azonfelül pedig mind a főérből, mind a mellékerekből erősebb oldalerek ágaznak ki, pl. *útifűfélék*.

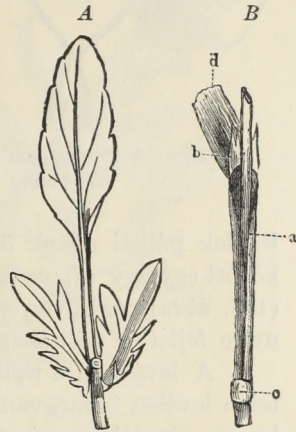
Gyönyörű szép és felette tanulságos levélér-készítményeket nyerünk, ha szép ép leveleket állóvizekben, pl. kenderáztatókban lassú korhadásnak vetünk alá, amikor a puha mesophyll teljesen elpusztul, az erezetet alkotó erősebb, ellentállóbb szövetű edénynyalábok pedig megmaradnak.

I. *A levelek alakbeli tulajdonságai.* A tipikusan kialakult levélen, pl. a *salátaboglárka* levelén *levélhüvelyt*, *levélnyelet* és *levéllemez*t lehet megkülönböztetni; levélhüvely helyett gyakran *levélpárna* fejlődik vagy pedig a *melléklevelek* (pálhák) a hüvely helyettesítői. Legváltozatosabb kialakulásában a levéllemez, mely rendszerint az egész levélnek legfejlettebb része is; rajta ismét külön-külön leírjuk és közelebről jelezzük a levél *csúcsát* vagy *hegyét*, *alapját* vagy *vállát*, a levél *szélét* vagy *élét*, a levél *színét* és *fonákát* stb.

A levélhüvely a levélnek legalsó része, a szár csomójához illeszkedő alapja felé mindinkább kiszélesedik, gyakran a szárat részben vagy egészen körülfogja és majd csőalakú, majd széles vagy keskeny csatornához hasonló. *Sásféléken* a levélhüvely két szélével összenőve, valóságos csövet képez; az ilyen levélhüvelyt *ép* vagy *összenőtt levélhüvelynek* nevezik, *fűneműeken* ellenben a levélhüvely két széle szabad, a csöves hüvely egész hosszában mintegy végighasadt, *hasadt hüvely*; (125. ábra) van duzzadt, puffadt stb. alakú levélhüvely, pl. *ernyősökön* stb.

Némely levelen hüvely helyett *levélpárna* fejlődik; a levélpárna bunkósan megvastagodott levlérrész, mellyel a levél a szárhoz izül, és mint bizonyos mozgások közvetítője, igen fontos élettani szereppel bír; mindig rövidebb-hosszabb levélnyelben folytatódik; a levélpárnás levelek általában *ízelt leveleknek* is nevezetnek, pl. *Mimosa*, *lóhere* és a legtöbb *pillangósvirágú* növény.

Ismét más levelek alját *pálhák* vagy *melléklevelek* képezik (125. ábra); a pálhák kisebb-nagyobb levélképletek, amelyek a levél alján kétoldalt fejlődnek, ritkábban hüvelyes leveleken is a hüvely tetején láthatók; igen sokféle alakúak és fejlettségűek, különböző életfeladatok teljesítésére is szolgálnak; vannak *maradó* és *lehulló pálhák*; a lehulló pálhák tisztán csak óvószervek, a kialakulófélben levő levélre borulva, azt megóvják a túlságos párologástól stb.; többnyire sárgásbarnás színűek, pikkelyalakúak a levelek kifésülésekor egyszerre lehullanak, pl. *tölgy*, *bükk*. A maradó pálhák majd hártvásak, szárazak, majd levélneműek, zöldek és különböző nagyságúak és alakúak, a különböző feladatoknak meg-



125. ábra. A a *Viola tricolor* lomblevele két nagy pálhával; B egy pázsítfélének hasadt hüvelye a, nyelvcskéjével b, d a levéllemez egy darabja, c szárcsomó. Természetes nagyság.

felelően ; legfejlettebbek a zöld levélnemű pálhák, melyek néhol a hiányzó levéllemezt is pótolhatják, pl. *Lathyrus Aphaca* ; a maradó pálhák vagy teljesen

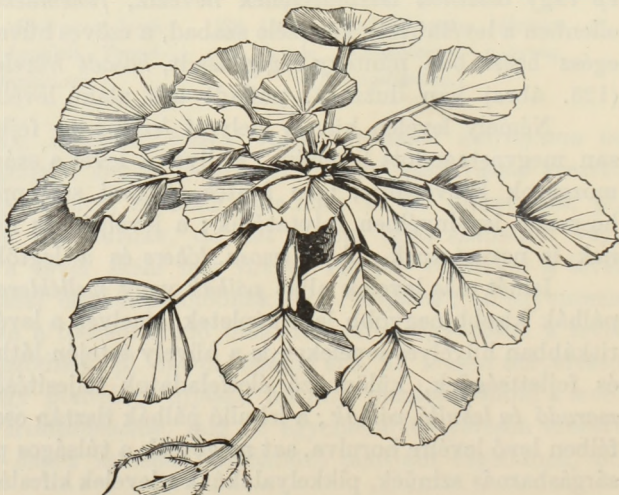


126. ábra. A *Tropaeolum* pajzsos levelei.
Kisebbitve.

szabadok, pl. *borsó*, vagy egyik szélükkel a levélnyélhez nőttek, pl. *rózsa*, vagy a szárhoz nőttek, pl. *Astragalus*, vagy egyik szélükkel a szárhoz és levélnyélhez is hozzánőttek, pl. *Anthyllis*, vagy végül egymással nőttek össze, pl. *Platanus* ; néhol a pálhák úgy nőnek össze egymással, hogy óvósüveghez hasonló burkot, úgynevezett *tülköt* képeznek, mely nemcsak a fiatal levelet, hanem a szárnak egész tenyészöcsücsát is beburkolja, de az illető levél kifésülésakor azonnal lehull, pl. *füge*. Ha a szárnak csomóin több pálhás levél fejlődik, gyakran a szomszédos

levelek pálhái nőnek össze egymással, úgy hogy ennek következtében két levél között egy-egy új, egészen más származású levél keletkezik, pl. *buzérféléken* (136. ábra). A hüvelyes leveleken a levélhüvely tetején néhol megjelenő, többnyire fejletlen pálhákat *nyelvecskének* nevezik, pl. *fűveken* (125. ábra).

A levélnyél a tipikusan kifejlett leveleknek középső része, de sok hüvelytelen levélen is megvan és ezeknek legalsó részét teszi ; általában a levéllemezt alapjában végződik, de némely levél lemeze nem alapjával függ össze a nyéllel, hanem közepén illeszkedik a levélnyél végéhez, ilyenek a *pajzsos levelek*, pl. *Tropaeolum* (126. ábra), *Begonia*-fajok stb. A levélnyél hol rövid, hol hosszú, vékony vagy vastagabb és alakjára nézve is elég változatos ; legközönségesebb a félhengeres, hengeres, barázdált vagy csatornás levélnyél, ritkább a felduzzadt vagy felfuvódott nyél, pl. *sulyom* (127. ábra), a szögletes, összenyomott és lapos nyél, a szárnyas nyél, pl. *narancs* (128. ábra) és a lemezalakú levélnyél (*phyllo-dium*), pl. *Acacia*-fajok (129. ábra) ; amely utóbbi alakban mindig a levéllemezt feladatát teljesíti, sőt sokszor azt egészen pótolja. A nyéllel bíró leveleket *nyeles leveleknek* mondjuk, a nyeletlen leveleket pedig, ha hüvellyel sem bírnak és



127. ábra. A *sulyom*, felfuvódott nyelű úszó és sallangos vízbe merült levelekkel. Kisebbitve.

csak lemezük van, *ülő leveleknek* nevezzük; *ülő levelek* a szárölelő, az átnőtt, a száron lefutó, a félig lefutó és összenőtt levelek, pl. *Isatis*, *Bupleurum*, *Onopordon*, *Verbascum* és a *Lonicera Caprifolium* (130. ábra) levelei.

A levéllemez a leveleknek legfontosabb része, azért kevés levélen hiányzik vagy csak csökevényesen fejlődik ki, pl. földalatti szárak pikkelyalakú

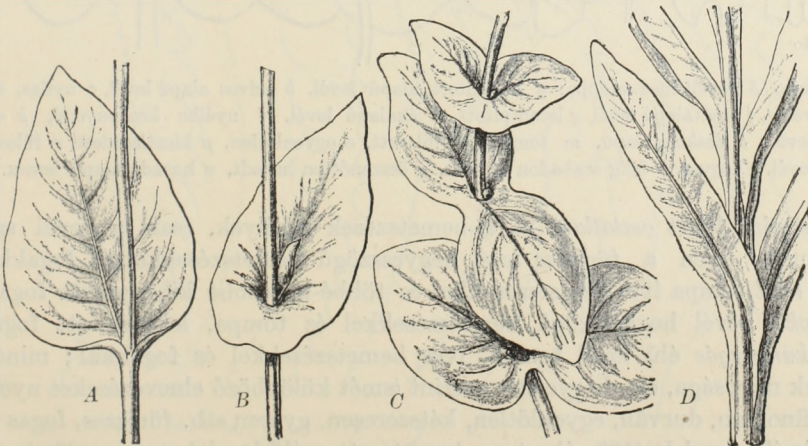


128. ábra. A narancs egy ága szárnyas nyelvű lomblevelekkel. Természetes nagyság. [(Prantl.)]



129. ábra. Az *Acacia melanoxylon* egy ága lemezalakú nyéllel bíró lomblevelekkel *c* és phyllodiumokkal *a*, *b*. Kisebbitve.

levelein; kialakulása legváltozatosabb és alakjának, formáinak jelölésére számos elnevezést használunk, melyek mind a lemez egyes részeinek kialakulását jel-

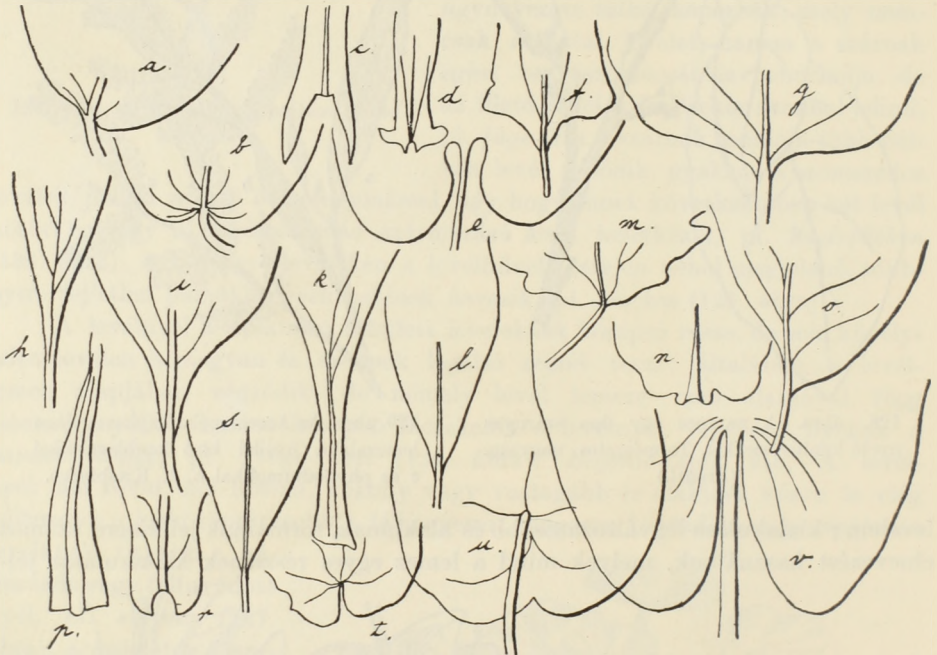


130. ábra. *A* a *Hieracium amplexicaule* szárölelő levele, *B* a *Bupleurum rotundifolium* átnőtt levele, *C* a *Lonicera Caprifolium* összenőtt levelei, *D* a *Centaurea montana* száron lefutó levelei. $\frac{1}{2}$ kisebbítve. (Giesenhagen.)

zik és azért könnyen érthetők. A levéllemez alapját tekintve, van kerekített alapú levél, szíves-, nyilas-, dárdás-, vesés-, ék-, lapátalapú levél, továbbá nyélbe keskenyedő, nyélbefutó levél, hegyesalapú, tompa-, tompított alapú levél stb. (131. ábra.)

A levéllemez csúcsát tekintve, van hegyes, igen hegyes, kihegyezett csúcsú levél, tompa, tompított, lekerekített, csonka, csorba, benyomott hegyű levél, továbbá szálkáshegyű, szúróshegyű, tövises, sertéshegyű levél stb. (132. ábra.)

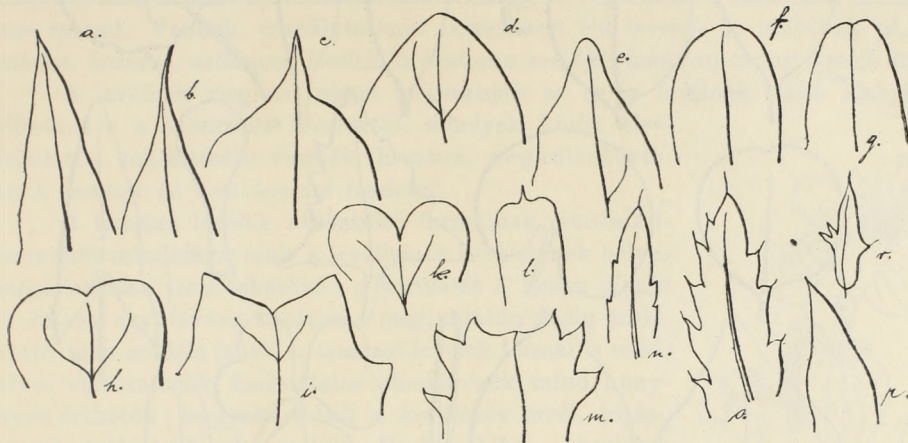
A levéllemez szélét tekintve van *épélű levél*, melynek szélén nincs semmiféle bemetszés, és *bemetszett szélű levél*; utóbbi a bemetszések nagysága és minemü-



131. ábra. A levéllemez alapja: a kerekített alapú levél, b szíves alapú levél, c nyilas, d dárdás, e vesés, f lapátalapú levél, g letompított, h ékalapú levél, i nyélbe keskenyedő, k nyélbe futó levél, l keskenyalapú, m tompa, n fülezett, o egyenlőtlen, p kiszélesedett, r füles alapú levél, s hegyes, t félig szabadon hasadt, u összenőttén hasadt, v hasadt alapú lemez.

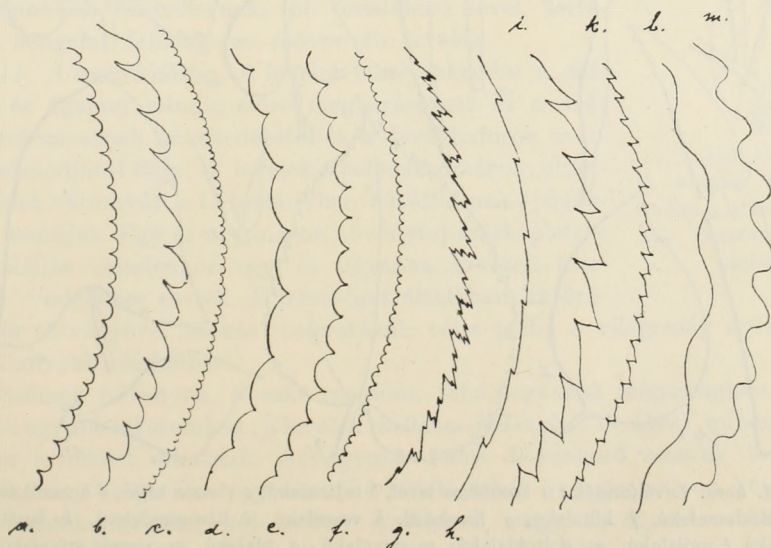
sége szerint lehet *osztatlan*, ha a bemetszések sekélyek, csak a levél szélére terjednek, ilyen a *fűrészkes levél* hegyesszögű bemetszésekkel és fogakkal, a *fogas levél* tompa íves bemetszésekkel és többé-kevésbbé kihegyezett fogakkal, a *csipkés* levél hegyesszögű bemetszésekkel és tompa, lekerekített fogakkal és a *kanyargós élű* levél tompa, íves bemetszésekkel és fogakkal; mindezek a fogak nagysága, éle, hegye stb. szerint ismét különböző elnevezéseket nyernek, mint finoman, durván, egyenlőtlen, kétszeresen, gyéren stb. fűrészkes, fogas vagy csipkés élű levelek (133. ábra); a bemetszett szélű leveleket nevezzük továbbá *karélyos* és *öblös* leveleknek, ha a bemetszések nagyobbak, nemcsak a levél szélére terjednek, hanem mélyebbre, de még a füllemez középvonaláig nem

hatolnak, hegyesszögűek vagy ívesek; az erezet szerint vannak szárnyasan és tenyeresen karélyos és öblös levelek; ha a bemetszések a féllemez közép-vonaláig terjednek, a leveleket *hasadt leveleknek* mondjuk, ezek is lehetnek

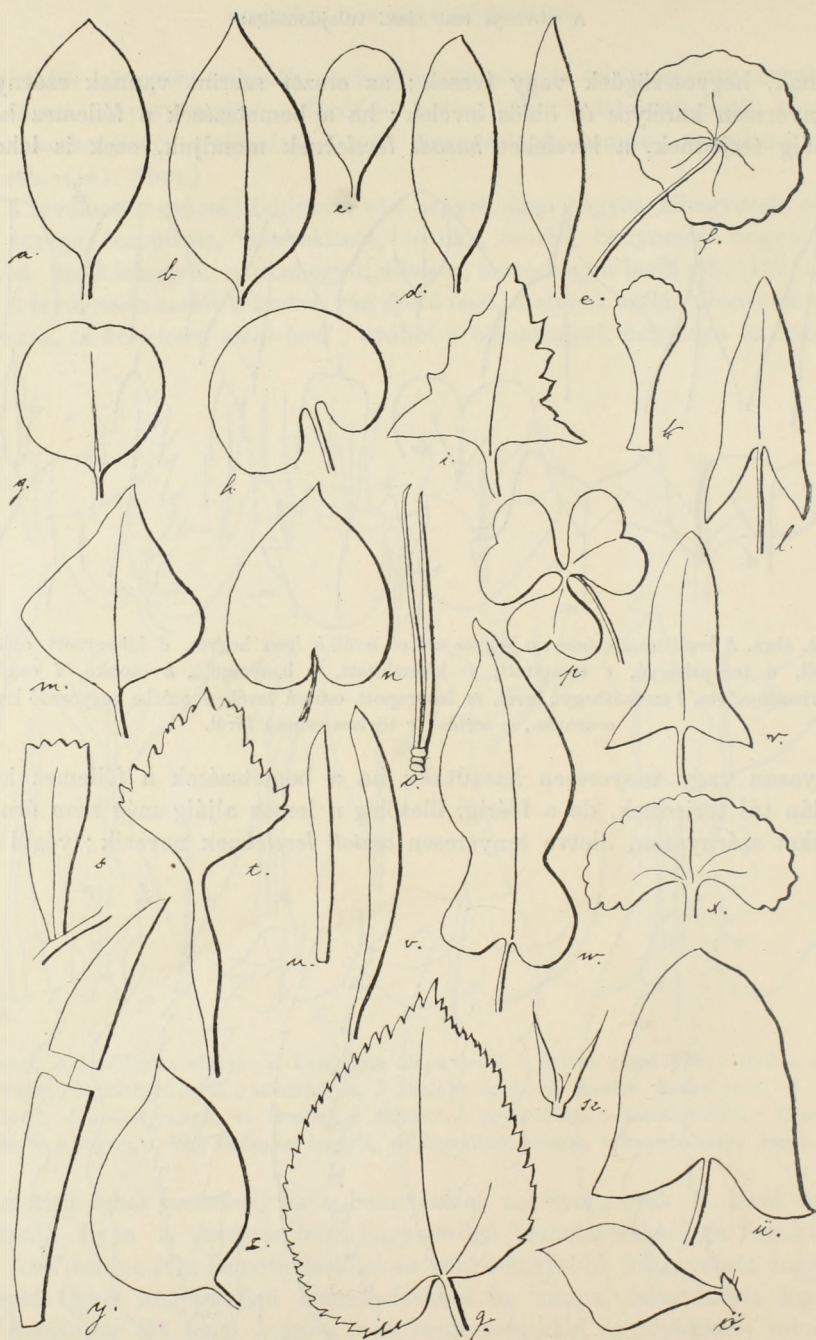


132. ábra. A levéllemez csúcsa: *a* hegyes csúcsú levél, *b* igen hegyes, *c* kihegyszett csúcsú levél, *d* tompahegű, *e* tompított, *f* lekerekített, *g* benyomott, *h* csonka, *i* csorba, *k* visszás-szíves, *l* szálkáshegű levél, *m* leharapott csúcsú levél, *n* szörbe hegyesedő levél, *o* szúrós, *p* sertés-, *r* tövises csúcsú levél.

szárnyasan vagy tenyeresen hasadtak; ha a bemetszések a féllemez közép-vonalán túl terjednek, de a főérig, illetőleg a lemez aljáig még nem érnek, a leveleket szárnyasan, illetve tenyeresen *osztott leveleknek* nevezik; végül meg-



133. ábra. A levéllemez éle: *a* egyenlően, *b* durván, *c* finoman csipkés élű levél; *d* gyéren, *e* durván, *f* finoman fogazott élű levél; *g* kétszer-, *h* gyengén-, *i* durván-, *k* tompán fűrészelt élű levél; *l* gyéren, *m* sűrűn kanyargós élű levél.



134. ábra. Levélformák: *a* kerületes levél, *b* tojásalakú, *c* visszás tojás, *d* hosszúkás, *e* lándzsaalakú, *f* köralakú, *g* kerekded, *h* vesealakú, *i* háromszögletű, *k* lapátalakú, *l* nyílalakú, *m* deltoidalakú, *n* szívalakú, *o* túalakú, *p* visszás-szívalakú, *q* félszívalakú, *r* dárdaalakú, *s* ékalakú, *t* rhombalakú, *u* szálas, *v* sarlóalakú, *w* hegedűalakú, *x* félholdalakú, *y* kardalakú, *z* ferdetojásalakú, *sz* áralakú, *ö* trapezalakú, *ü* ásóalakú levél.

különböztetünk szárnyasan és tenyeresen *szeldelt* vagy *hasogatott* leveleket, midőn a bemetszések egészen a levéllemez főeréig, illetőleg alapjáig terjednek. Az osztott és szeldelt levelek részein, szelvényein rendszerint új bemetszések vannak, ezek azután fokozatosan kisebbednek és végre a levél széle csak osztatlan marad. Vannak szabálytalanul bemetszett élű levelek is, melynek pl. a *cajatos*, *kacuros*, *sallangos levelek*, a *lantosan szeldelt*, *lantosan osztott levelek* stb.

A levélnek meglevő részei megszabják az egész levélnek külső alakját. Eltekintve a módosult levelektől, amelyek külön életfeladatok teljesítésére vannak hivatva, megkülönböztetünk *lemezes* és *nem lemezes leveleket*.

A lemezes levelek különböző formáinak pontos felismerését mindenkor csak a levéllemez területének helyes megállapítása teszi lehetővé; a területet a lemez *alapja* és *csúcsa* együttvéve határozza meg, miután pedig mindkettő igen sokféle lehet, a lemezes levelek formái is rendkívül változatosak, használatos elnevezésük mind könnyen érthető; leggyakoribbak a kerületes levél, tojás-, visszás-tojásalakú, hosszukás, lándzsaalakú, köralakú, kerekded, vesealakú, háromszögletű, rhombalakú, deltoidalakú, szívalakú, visszás-szívalakú, nyílalakú, dárdaalakú, lapátalakú, ékalakú, sarlóalakú, holdalakú, szálal, szalagalakú, áralakú, túalakú stb. levelek; feltűnőbb, ritkább levélformák az átlíkatott levél, ráncos, redős, hólyagos, hullámos levél és mások (134. ábra.)

A nem lemezes leveleket is aszerint nevezik el, amikhez leginkább hasonlítanak, pl. fonálalakú levél, sertealakú, hengeres, félhengeres, csöves stb. levelek.

II. A levelek állása. A levelek elhelyezkedése a száron és ágakon mindig előre meghatározott és a szár tenyészőcsúcsának növekedésétől és a levéldudorok megjelenési módjától függ. A levelek elhelyezkedésének, elrendezésének viszonyát a tudományban *levélállásnak* (*phyllotaxis*) mondják. Egy és ugyanazon növényfaj szárképletein a levélállás mindenkor egy és ugyanaz, kivételt tesznek a rendellenes esetek. E jelenséget általában az örökösödés törvényével szokás magyarázni, célja pedig a világosság szükségletének könnyebb elérhetése.

Számos növényen, a szár csomóin, tehát egyazon magasságban két-két levél áll egymással szemben: a levelek *átellenes állásúak* (135. ábra), minden egyes csomón levélkört alkotnak. Az egymás felett következő csomók levelei ilyen esetben vagy szigorúan egymás fölé esnek, tehát az egész száron két sorban helyezkednek el, azaz két *sorban átellenesek*, vagy az egymásra következő levélkörök derékszögben szabályosan váltakoznak, tehát a száron az összes levelek négy sorban rendezkednek el, vagyis *keresztben átellenesek*, pl. *orgona*, *ajakosak*. Ha három és több levél fejlődik egy-egy csomón, a levelek *gyűrűs*



135. ábra.

A tükörszem keresztben átellenes állású levelekkel. Természetes nagyságban.

vagy *örvös állásúak* (136. ábra); a levélkörök tagjainak száma tehát három vagy több és ez esetben is a szárnak összes levelei vagy ugyanannyi sorban helyezkedhetnek el, mint ahány tagot számlál egy-egy levélkör, ami igen ritka jelenség; vagy kétszer annyi levélsort látunk a száron mint ahány levél áll egy-egy csomón, tehát az egymás felett következő levélkörök tagjai szabályosan váltakoznak egymással, csak minden második csomónak levelei következnek szigorúan egy és ugyanazon vonalban egymás felett, ily *váltakozva gyűrűs állású leveleket* találunk például *buzérféléken*, *Myriophyllumon* stb.

A legtöbb növényen a szár csomóin csak egy-egy levél fejlődik (137. ábra). A szár összes levelei ez esetben spirális vonalban rendezkednek, melyet megkapunk, ha valamely levél eredési helyéből kiindulva, a reá következő levelek eredési helyeit mind összekötjük; ezen spirális vonalon haladva, előbb-utóbb oly levélnek eredési helyéhez érünk, amely a kiindulási pontul szolgált levélnek eredési helyével egyazon síkba esik; ezen két szigorúan egymás felett eső levél tehát egy sorban áll; a spirálvonalon tovább haladva, illetén módon csakhamar megtaláljuk a második levélsort és így tovább; minden levélsor az egész spirális vonalat szabályos fordulatokra osztja, amelyeken belül a levelek száma mindig egyenlő.

Levelekkel sűrűn megrakott törpeszártagú hajtásokon a levelek gyakran nem egy, hanem két s több spirális vonalban helyezkednek el, ily esetekben a levelek ferdén fölfelé haladó sorokban rendezkednek el, mert nem a fejlődésben egymást követő levelek, hanem későbbben megjelenő levelek esnek legközelebb egymáshoz és sorakoznak ferdén egymás mellé, pl. a *fenyőtoboz* pikkelyei. A spirális állású levelek egy és ugyanazon növényen vagy mind egyforma elrendezkedést mutatnak vagy nem, azaz a spirális vonal a főszáron és különböző rendű ágakon különböző.

Ritkábban lehet egy és ugyanazon száron spirális állású és átellenes vagy örvös állású leveleket találni.

Fény, talajviszonyok és egyéb tényezők, amelyek a szár növekedésére módosító hatással vannak, a levélfejlődésre is hatnak és így a levélállást is



136. ábra. *Asperula odorata*, *a* egész növény váltakozva gyűrűs állású levelekkel, $\frac{3}{4}$ nagyság; *b* virág, *c* virág hosszanti átmetszetben. Nagyítva. (Karsten.)

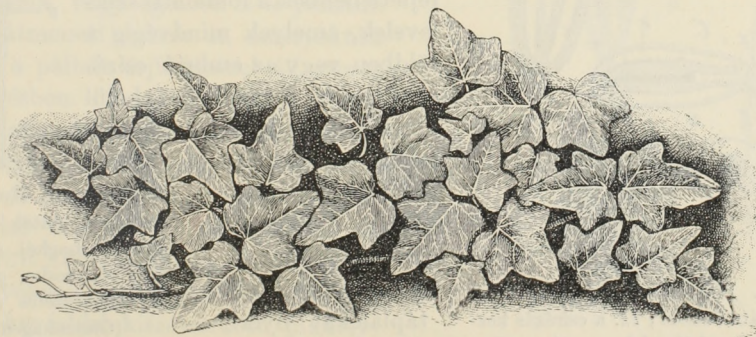
kisebb-nagyobb mértékben módosíthatják; ferde növésű szárazon, földalatti szárazon és különösen módosult szárazon a levélállás rendszerint más, bonyolultabb, nem oly egyszerűen szabályos mint az egyenes növésű függőlegesen álló szárazon.

A leveleknek egymáshoz való elhelyezkedési viszonyát tekintve, megkülönböztetünk ziláltan álló, sűrűn álló, csomósan álló leveleket; a szár alján, tövén csomósan álló levelek rendszerint *levélrózsát* formálnak, pl. *kövi rózsza*, a szár csúcsán csomósan álló levelek pedig *levélüstököt* képeznek, pl. *császárkorona*; a levélkoronát alkotó levelek csak a pálmatorzs csúcsát koronázzák.

Minél szélesebbek, nagyobbak a levelek, annál kevesebb sorban állanak a száron és megfordítva. A lejjebb álló levelek rendszerint nagyobbak a feljebb állóknál; az alsóbb levelek gyakran hosszabb nyéllel is bírnak mint a felsőbb levelek; mind e berendezések arra szolgálnak, hogy a napfény lehetőleg az összes leveleket érje. Ennek elérhetését különben megkönnyíti a levélnyél heliotropikus mozgása is, a hajtásoknak növekedési iránya, a levéllemezek bemetszései stb. Legjobban tűnik szembe a leveleknek elhelyezkedési viszonya, ha a növény



137. ábra. *Broussonetia papyrifera*, leveles hajtás, spirális állású levelekkel. Kisebbitve.



138. ábra. A borostyán levélmozaikja az erdő árnyában. Kisebbitve. (Kerner.)

levélzetét felülről tekintjük, a kép sokszor mozaikszerű, beszélünk is *levélmozaikról*, amikor a sűrűn álló levelek szorosan egymás mellett minden tért kihasználnak, csak hogy mindannyian világosságához jussanak. (138. ábra.)

A leveleknek a szárhoz való elhelyezkedési viszonya is megfigyelésre méltó; vannak szárhoz simuló, fedelékes állású, szártól elálló, felálló, visszahajló, befelé görbült, hátrafelé hajlott, lecsüngő stb. levelek, mind megannyi berendezés

a különböző életfeladatok teljesítésére, mint a megóvásra, az esővíz felfogására, az esővíz célszerű elvezetésére, a fölösleges fény távoltartására stb.

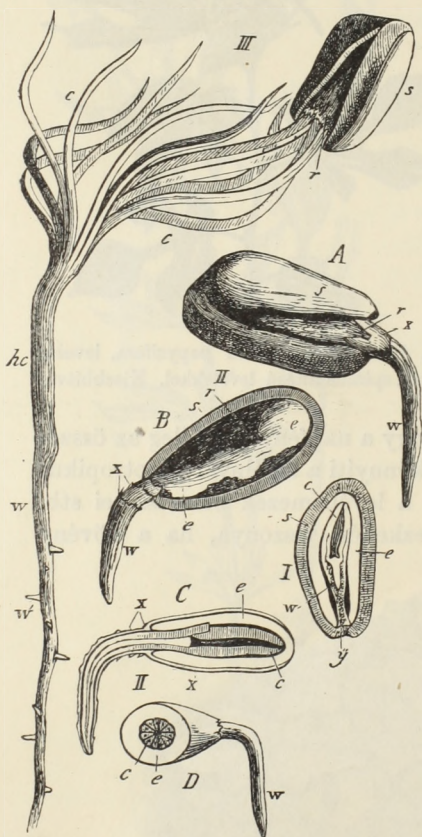
III. *A levelek osztályozása.* A levelek fejlődéstani és alaki tulajdonságait, továbbá élettani szerepét tartva szem előtt, a leveleknek öt főcsoportját tudjuk megkülönböztetni: *szikleveleket, alleveleket, lombleveleket, felleveleket és módosult leveleket*; utóbbiakhoz tartoznak a szaporodási szervek létesítésére szolgáló termőlevelek és általában a viráglevelek is, mely utóbbiak a növényi

testnek legfeltünőbb, legérdekesebb részét, a *virágot* alkotják.

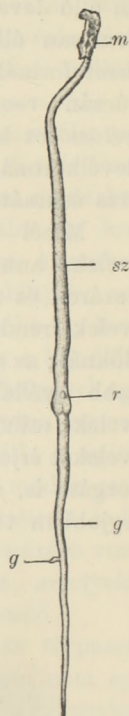
1. *Sziklelevelek.* A sziklevek a növényi test legelső levelei; a magban zárt embriónak rendszerint legfejlettebb szervei és amikor az embrió továbbfejlődésnek indul, táplálkozásában ők viszik a főszerepet. Csak némely növényen nem jutnak kifejlődésre, de ezeknek embriója csakis apró, tagolatlan tengelyből áll, pl. sok élősködő növény embriója.

A sziklevek a különböző növényeken különböző fejlettségi fokot érnek el. Legfejletlenebbek a földalatti sziklevek, amelyek mindvégig a földben vagy az embrió csírázásakor is, a maghéjon belül maradnak és kizárólag a tartalék - táplálóanyagok tárházául szolgálnak, ahonnan a továbbfejlődésnek induló embrió első táplálékát nyeri, pl. *diófa, lógesztenye, borsó*; rendszerint vaskosak, húsosak, nem zöldek.

A földfeletti sziklevek mindenkor fejlettebbek és első áthasonító szervei a fiatal csiranövénynek. Alakjuk, nagyságuk változó; hol nyelesek, hol ülők; lemezeik széle többnyire épp, ritkábban mutat kisebb-nagyobb bemetszéseket. A kétszikűeknek két sziklevele



139. ábra. *Pinus Pinea*, I. magvának hosszanti átmetszete; II. a csírázás kezdete; A a maghéj s felrepedezése, B a maghéj s felének eltávolítása után látszik az endospermium e, C a csíra és endospermium hosszanti átmetszete, D a csíra és endospermium harántmetszete a csírázás kezdetén; III. a csírázás vége; mindenütt c sziklevelek, w főgyökér, x embriószak áttört maradványa, hc szíkalatti szár, w gyökérágak, r a maghéj belső vörös hárttyája. Természetes nagyság. (Sachs.)



140. ábra. A *Hyacinthus candicans* fiatal csiranövénye; m maghéj, sz sziklevel, r rügyecske, g főgyökér. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

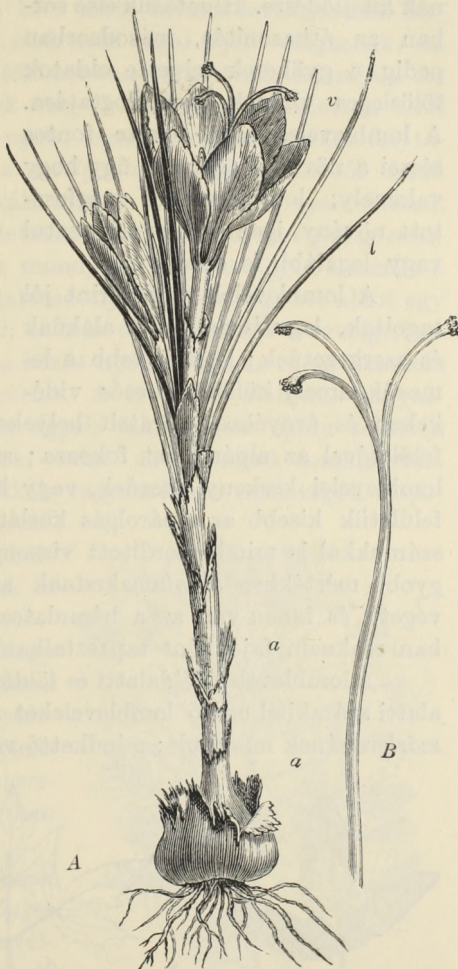
átellenes állású (73. és 76. ábra) a *nyitvatermők* három s több szíklevele örvös állású (139. ábra), az egyszíküeknek csak egyetlenegy szíklevele van (140. ábra).

A szíklevelek általában rövid életűek, a rügycske kifésülésével rendszerint fokozatosan elfonnyadnak és lehullanak, számos növényen azonban hosszabb életűek, hónapokon át megmaradnak és teljesítik életfeladatukat, mint áthasónító szervek, pl. *Adonis*, sőt a látszólag csak egyszíklevelű kétszikű növényeken, pl. *Cyclamen*, az első évben az először fejlődő szíklevél egyedüli levele a fiatal növénykének.

2. *Allevelek.* Az allevelek főleg földalatti szárazon fejlődnek (141. ábra), de találhatók néhol földfeletti szárazon is, és az évelő növények embrionális hajtásainak, a rügyeknek általában jellemző alkotórészei.

Többnyire oly levéldudorokból fejlődnek, amelyek alapi és csúcsi részletre nem különülnek, amikor az egész dudorból allevél lesz; gyakran azonban alap és csúcstra tagolt dudorokból is lesznek allevelek és ez esetben kizárólag a levéldudor alapja fejlődik tovább, belőle alakul az allevél, míg a levéldudor csúcsa további fejlődésében elmarad, korán elcsenevész, vagy egészen el is pusztul. Vannak átmeneti alakok is, amelyeknek fejlődése a pálhák fejlődésével áll szoros összefüggésben.

Az allevelek hol mint tartalék tápláló anyagokat gyűjtő szervek, hol mint óvószervek szerepelnek és eszerint változik külső alakjuk és szerkezetük is. Rendszerint hüvelyalakúak oly növényeken, melyeknek lomblevelei hüvelyesek, és többé-kevésbbé kiszélesedett pikkelyalakúak oly növényeken, melyeknek lomblevelei hüvelytelenek. Hüvelyalakú allevelek a hagymapikkelyek a hagymákon és a hagymagumókon, hártvásak vagy vas-tagok, húsosak és néhol tetemes nagyságot is elérnek; kisebb pikkelyalakú allevelei vannak a gyökértörzsnek, hol szintén majd hártvásak, majd húsosak; igen csökevényesen alakulnak a gumókon; ismét fejlettebbek a rügypikkelyek, amelyek többnyire barnaszínűek és bőrneműek, legfejlettebbek a rügytakarók, melyek mint zöldszínű levélképletek sokszor félreismerhetetlen átme-



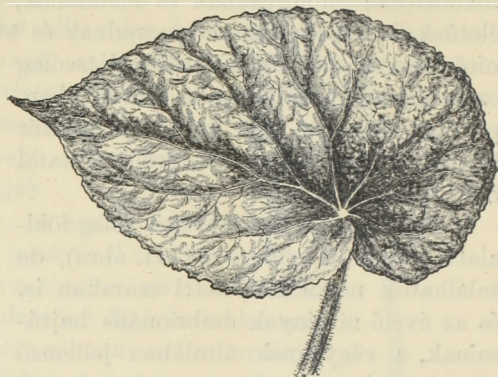
141. ábra. A *Crocus sativus*, növény allevelekkel *a*, lomblevelekkel *l*, virággal *v*; B bibeszál háromosztatú bibével. (Baillon.)

netet alkotnak a lombszelevekhez. A földalatti száraz levelei maradók, a földfeletti száraz levelei ellenben többnyire lehullók vagy lefeshlők.

3. *Lombszelevek*. A lombszelevek, közönségesen csak levelek, a növényi testnek valamennyi szervei között általában legnagyobb számban jutnak kifejlődésre. Hivatásuk első sorban az áthasonítás, másodsorban pedig a gyökerek felvette oldatok fölsleges vizének elpárologtatása. A lombszelevek azért felette fontos részei a növényi testnek, úgy hogy valamely, lombszeveleitől megfosztott növény igen hamar elpusztul vagy legalább is elsatnyul.

A lombszelevek rendszerint jól tagoltak, legváltozatosabb alakúak és szerkezetűek; legfejlettebb a lemezük, amely különösen esős vidékeken és árnyékos, páratelt helyeken igen nagyra nő, hogy a levél nagyobb felületével az elpárolgást fokozza; száraz, esőtlen vidéken termő növények lombszevelei keskenylemezűek, vagy ha nagyobbak is, nem kiterültek, szabad felületük kisebb az elpárolgás korlátozására; ugyanezen okból nagyságuk a számukkal is mindig fordított viszonyban áll. Általában a lombszelevek legnagyobb mértékben alkalmazkodnak az életviszonyokhoz hivatásuk teljesítése végett, és innen van az a bámulatos nagy változatosság, amely kialakulásukban csaknem fajonként tapasztalható.

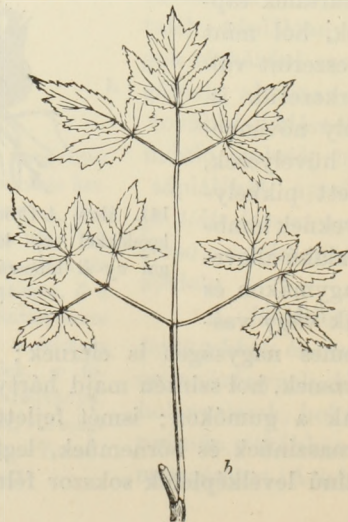
A lombszelevek földalatti és földfeletti szárazakon egyaránt fejlődnek; a földalatti szárazakból eredő lombszeveleket *tőleveleknek*, a földfeletti szárazakon eredőket *sárazleveleknek* mondjuk; mindkettő vagy egy és ugyanazon növényi test közös



142. ábra. A Begonia egyszerű részaránytalán levele. Kisebbitve. (Giesenhagen.)



143. ábra. Tenyeresen összetett levelek. *a* a lóhere tenyeresen összetett hármalevele mellékkevelekkel, *b* a békabogyó kétszer hármalevele. Kisebbitve. (Frank.)

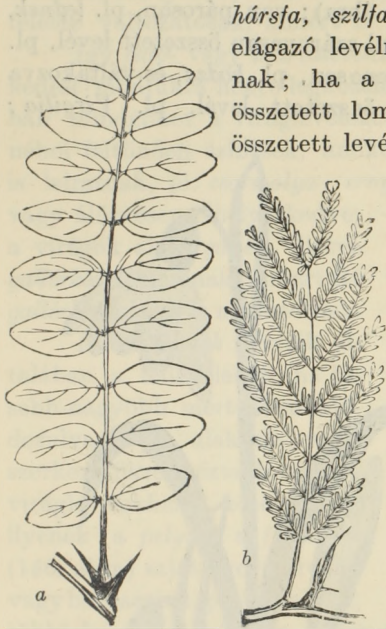


tulajdonsága, pl. *lilium*, *nádalytő*, vagy különkülön teszik a növényi test lombszevelzetét, így pusztán csak tőlevelek teszik a lombszevelzetet a *hóvirágon*, *Aspidistrán* stb., pusztán csak szárazlevelek vannak fáinkon.

A lombszeveleknek két főcsoportját szokás megkülönböztetni: *egyszerű* és *összetett lombszeveleket*.

Egyszerű lombszelek el nem ágazó levél-

nyéllel és egyetlen egy lemezzel bírnak; ha a főér a lemezt két teljesen egyenlő félre osztja, az egyszerű levelet *részarányosnak* mondják, ilyen a legtöbb lomblevél: ha ellenben a főér elkülönítette két fél különböző nagyságú, az egyszerű levelet *részaránytalannak* nevezik, pl. *Begonia* (142. ábra), *hársva*, *szilva* stb. lomblevelei. Az összetett lomblevelek elágazó levélnyéllal és két, több, számos levéllemezzel bírnak; ha a nyélnek elsőrendű ágai újból elágaznak, az összetett lomblevelet *többszörösen összetettnek* mondják. Az összetett levél nyelének még el nem ágazó részlete a levél



144. ábra. Szárnyasan összetett levelek: *a* az akácfa páratlanul szárnyasan összetett levele, *b* a lepényfa kétszer szárnyas levele. Kisebbitve.

levélgerinc két oldalán sorakoznak egymás után; első esetben az összetett levél *tenyeresen* vagy *ujjasan összetett levél*, utóbbi esetben *szárnyasan összetett levél*.

A tenyeresen összetett levelet *kettősnek* nevezzük, ha csak két levélkéből áll, pl. *Zygo-phyl-lum Fabago*, *hármasknak*, ha három levélkéből áll, pl. *lóhere* (143. ábra), *négyesnek*, pl. *madársóska*, *hetesnek*, pl. *lógesztenye* stb. A kétszer hármask levélen a levélnyel végén három hosszabb *nyelecske* ered, ezeknek végén újból három-három kisebb *nyelecske* ágazik ki és csak az utóbbiak viselnek lemezkét, pl. *békabogyó*. A tenyeresen összetett levélnek egy sajátos formája az *ölbe fogott levél*, melynek levélkéi részben sugarasan állanak a közös nyél végén, részben egymás mellett a törpe

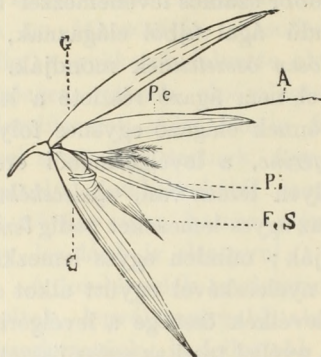
közös nyele, ennek elágazó egyenes folytatása a *levélgerinc*, a levélgerincből eredő ágacskák, melyen lemez van, *nyelecskének* neveztetnek, az egyes lemezeket pedig *lemez-kéknek* mondják; minden egyes lemezke a hozzátartozó nyelecskével együtt alkot egy *levélkét*, és a levélkék összege a levélgerinccel és a közös nyéllel teszi az egész összetett lomblevelet. A levélkék alakjuk, nagyságuk és egyéb tekintetben époly sokfélék lehetnek, mint az egyszerű lomblevelek. A levélkék vagy a közös nyél végén törpe-tagú levélgerincből ágaznak ki sugarasan, vagy a hosszúra megnyúlt



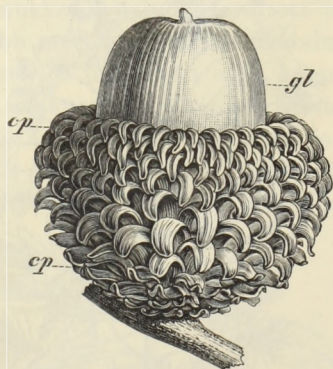
145. ábra. *Euphorbia Cyparissias*, gallérlevelekkel a virágok alatt. $\frac{2}{3}$ nagyság. (Karsten.)

gerincnek két alsó, hosszúra megnyúlt ágán keletkeznek egy-egy sorban, pl. *húnyor*.

A szárnyasan összetett levélnek, főleg a levélkéik elhelyezkedése szerint, de a levélkéik vagy cimpák fejlődési sorrendje, száma, alakja és nagysága szerint is, több formáját különböztetjük meg (144. ábra); van párosan, pl. *lednek*, és páratlanul szárnyasan összetett levél, pl. *ákácfa*, átellenesen, pl. *bodza*, és váltakozva szárnyasan összetett levél, pl. *Virgilia*;



146. ábra. A zab kalászkája egy termő és egy meddő virággal *F. S.*, *G.* meddő pelyva, *Pe* virágpelyva szálkával *A*, *Pi* toklász. Nagyítva.



147. ábra. A *Quercus Aegilops* termése; *cp* kupacs, *gl* makk. Természetes nagyság. (Duchartre.)



148. ábra. A *Galanthus nivalis* virágburka a virág kinyílása előtt és a virág kinyílásakor. Természetes nagyság. (Smalian.)

egyenlő levélkéekkel bíró, pl. *Glycyrrhiza* és nagyobbodó vagy kisebbedő levélkéekkel bíró szárnyasan összetett levél, pl. *rózsa*, *Vicia*; szaggatottan szárnyasan összetett levél, midőn kisebb és nagyobb levélkéik váltakoznak a gerinc két oldalán, pl. *burgonya*; kétszer szárnyasan összetett levél, pl. *lepényfa*, *Gymnocladus* (144. ábra) stb.

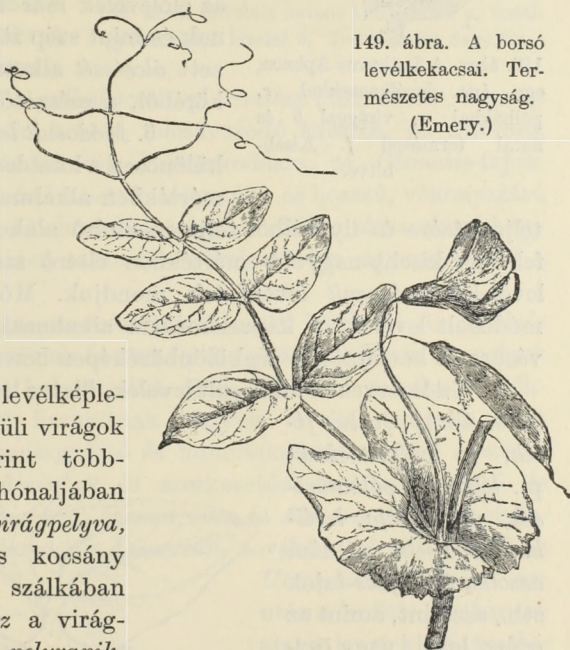
4. *Fellevelek*. A szárnak azon a táján, ahol a szaporodási szervek fejlődnek, többnyire azok megóvására, de más célokra is hivatott leveleket találunk,

amelyek gyakran mintegy átmenetet képeznek a lomblevelektől a viráglevelekhez, ezen leveleket *felleveleknek* nevezik. Főleg a levéldudor csúcsából, de az egész levéldudorból is alakulnak; hol aprók, hol nagyok, zöldek vagy mászínűek, hártyások, bőrneműek, egyáltalában szerkezetük és alakjukra nézve felette változatosak, amiért is különböző elnevezést nyernek.

Igy *fedő-* vagy *murvaleveleknek* nevezik, ha alakjuk, szerkezetük, elhelyezkedési módjukra nézve legközelebb állanak a lomblevelekhez; murvák hónaljában mindenkor a virágleveleket fejlesztő ágacskák vagy kocsányok erednek; néhol feltűnően színesek, amikor a növénybiológiában mint csalogató szervek is leíratnak, pl. *csormolya*; *ernyősökön* és *kutyatejféléken* (145. ábra) örvösen vagy álörvösen elhelyezkedve, a virágok alatt *gallért*, illetve *gallérkát* formálnak, amiért itt *gallérleveleknek* is neveztetnek.

Előleveleknek nevezik általában a felleveleket, ha kisebb-nagyobb mértékben módosulva, úgy alakjuk-, mint szerkezetükre nézve inkább a viráglevelekhez közelednek; ilyenek a *pehelyvák* a *fűféléken* (146. ábra) sajátos halvány vagy barnaszínű, pikkelyalakú, többé-kevésbbé hártyás, száraz levélképletek, melyek tisztán a takarónélküli virágok megóvására hivatvák; rendszerint többfélék: *meddőpehelyvák*, melyeknek hónaljában virágkocsány még nem fejlődik, *virágpehelyva*, melynek hónaljában a virágos kocsány ered és melyek gyakran hosszú szálkában végződnek, *előpehelyva* vagy *toklász* a virágkocsányon eredő kis pehelyva, és *pehelyvapikkelyek* vagy *toklászok* a mindig párosan

közvetlen a virág alatt fejlődő legkisebb pikkelyalakú előlevelek; a *szorosabb értelemben vett előlevelek* csak a virágok kocsányain találhatók igen [apró pikkelyek alakjában egyes számban az *egyszikűek*, kettes számban a *kétszikűeken*; a *fészkepikkelyek* a *fészkes virágnak* jellemző fellevelei, a fészkekben sűrűn, tömötten álló virágok alatt mint buroklevelek fejlődnek nagyobb számban sűrűn egymás felett, majd levélneműek, majd pikkelyalakúak, gyakran szárazak, hártyások, zöldek vagy színesek; a *kupacslevelek* pikkelyalakú előlevelek, a *Cupuliferae*-t jellemzik, majd egyes női virágok, majd női virágcsoportok körül fejlődnek, fokozatosan módosulnak, egymással összenőnek, gyakran meg is fásodnak és így gyakran kehelyhez hasonló *kupacsot* formálnak, mely az élő terméssel tovább növekedve, azt részben vagy egészen be is burkolja, pl. *tölgyfa* (147. ábra), *bükkfa*, *mogyoró* stb. A *virágburok*levelek többnyire nagy



149. ábra. A borsó levélkekacsai. Természetes nagyság. (Emery.)



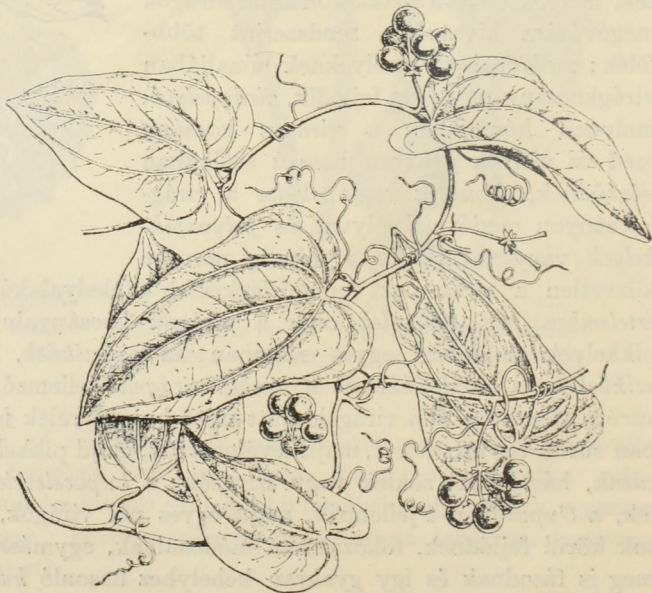
150. ábra. A *Lathyrus Aphaca*, egy ága levélkacsokkal *r*, pálhákkal *n*, virággal *b* és fiatal terméssel *f*. Kiseb-
bítve.

zöld, vagy élénken színezett, olykor szintelen, száraz, hártyás hüvelyalakú előlevelek, melyek többnyire egyes, ritkábban többes számban és ekkor gyakran egymással összenőve, sajátos óvóhüvelyt alkotnak egyes virágok körül, pl. *hóvirág* (148. ábra) vagy számos virágból álló virágzatok körül, pl. *hagyma*; különösen szépek a *kontyvirágféléken* fejlődő, gyakran igen nagy tölcséralakú, feltűnően színezett virághüvelyek, melyek itt nemcsak mint óvószervek, hanem mint rovarcsalogató szervek is szerepelnek; laikusok e sajátos felleveleket általában virágleveleknek tekintik; *mályvaféléken* végül az előlevelek már közvetlenül a virághoz csatlakoznak és mint szép zöld levélkéik együttesen úgynevezett *álcészét* alkotnak, mely a virág legkülső levélköréből, a csészétől alig különbözik.

5. *Módosult levelek*. Számos növényen a levelek, különösen a lomblevelek egészben vagy részben nagy mértékben alkalmazkodnak különleges életfeladatok

teljesítésére és ily célból teljesen eltérő alakot öltenek és hivatásuknak megfelelően kisebb-nagyobb mértékben eltérő szerkezetet is mutatnak; az ilyen leveleket *módosult* leveleknek mondjuk. Módosult levelek a védőszervekké módosult levelek, a kapaszkodásra alkalmazkodó levelek és a táplálék felszívására és beszerzésére legkülönbözőképpen berendezett legsajátosabb levelek.

Védőszervekké módosult levelek, illetve levélrészek a *levéltővisék*, pl. *sóska*, (163. ábra) *Cactus-félék*, a *levélketővisék*, pl. *lóbab*, a *pálhatővisék*, pl. *ákácfa*, *levélkarélytővisék*, például *aszotka* és *bogács*-fajok stb., aszerint, amint az egész levél, vagy összetett leveleken csak egyes levélkéik vagy pálhák vagy végül a levélnek egyes karélyai, szelvényei stb. alakulnak ki tövisek alakjában, azaz módosulnak oly védőszervekké, mint amilyenek a szár vagy ágtővisék és gyökértővisék, melyekkel alakjuk- és szerkezetükben telje-



151. ábra. A *Smilax medica* egy ága pálhakacs-karingókkal. $\frac{1}{2}$ nagyság. (Koehler.)

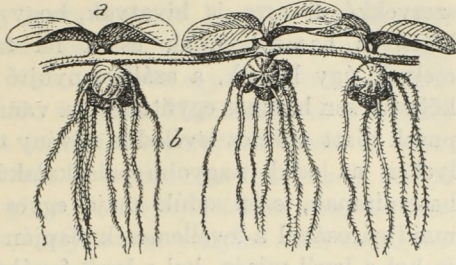
sen megegyeznek. Mindenkor az állatok ellen való védelem a céljuk. A levél- és pálhátövisek hosszabb életűek, télen át is megmaradnak, sőt éveken át találhatók bizonyos növények szolgálatában; a levélketövisek, levélkarélytövisek csak örökzöld leveleken élnek hosszabb ideig.

A felfutó növényeken gyakran egyes levelek vagy szintén csak egyes levélrészek hosszú vékony fonálszerűekké lesznek, azaz kapaszkodásra felette alkalmas *kacsokká* vagy *kacsaringókká* módosulnak; leggyakoribbak a *levélkacsok*, pl. *borsó* (149. ábra) *Vicia*-fajok, ritkábbak a *levélkacsok*, pl. *Lathyrus Aphaca* (150. ábra) és a *pálhakacsok*, pl. *Smilax* (151. ábra); némely növényen a levél csúcsa huzódik ki hosszú feclsavarodó kacscsá, pl. *Gloriosa*, másokon meg a levélnyel alkalmazkodik kapaszkodásra, pl. *Clematis*-fajok. Általában a levélkacsok gyenge, dudvanemű, lágyszárú és hosszú, vékonyszárú növények sajátosságai; az egész növényi testet úgy erősítik a támaszhoz, hogy ahhoz nem is ér a szárával, hanem szabadon törekedhetik egyenesen föl a világosság felé.

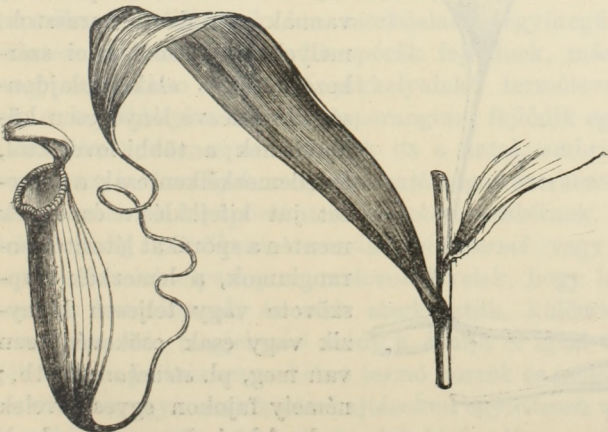
Igen sokfélék a táplálék megszerzésére módosult levelek. A *Salvinia natans* nevű vízi harasztunknak vannak hosszú fonálalakú gyökérlevelei, melyek itt a teljesen hiányzó gyökereket helyettesítik (152. ábra); a tropikus erdőkben fán lakó *Platycerium* nevű harasztunk kagylós levelei nemcsak mint táplálékszerző, hanem mint humuszgyűjtő és humuszkészítő szervek is szerepelnek. Legbámulatatosabb berendezésűek és szerkezetűek azonban a *fogó- és emésztő-levelek*, a nálunk termő *hizókán*, *harmatfűvön* és *Aldrovandián* és a melegebb vidékeken honos *Drosophyllumon* és *Dionaeán*, továbbá a *levélhólyagok* az

Utricularia-féléken, azután a *levéltömlők* (kancsó alakú levelek) *Nepentheseken* (153. ábra), *Sarraceniákon* stb., mind rovar-evő növények, melyeknek különös táplálkozásmódját, apró rovarok megfogását és megemésztését csakis a levelek sajátos módosulása teszi lehetővé.

Érdekes módosult levelek az úgynevezett *odús levelek* is, melyeket pl. erdeinkben külön-



152. ábra. *Salvinia natans* lomblevelei a, fonálgyökéralakú levelei b. Természetes nagyság.



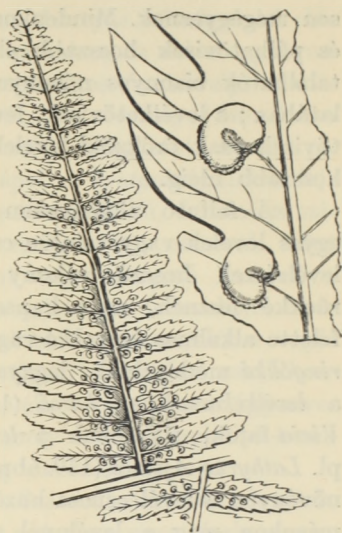
153. ábra. A *Nepenthes* kancsóalakú levele (levéltömlő). Kisebbitve. (Emery).

bőző fák gyökerein élősködő *vicsorgó* földalatti kúszó szárain lehet találni; itt allevelek módosultak sajátságos berendezésű fogó- és emésztőszervekké, de arra is hivatvák, hogy odvaikban bizonyos hasadógombák üssék fel tanyájukat, melyek, úgy látszik, a szállást nyújtó növényvel kölcsönösen hasznos együttélésben vannak. A tropusok alatt számos levélodús növény terem, melyeken az odúk nagyobb palackalakú táskához hasonlítanak, ezen odúk majd egyes számban, majd párosával a levéllemezek alapján találhatók és hol a levél színén, hol a levél fonákán nyílnak kifelé; csaknem mindenkor bizonyos rovaroknak állandó tartózkodási helyéül szolgálnak, ezek a rovarok pedig ugyancsak együttélési viszonyban állanak szállásadóikkal; ilyenek az úgynevezett *hangyanövények*, pl. *Duroia*, *Maieta* és mások.

Legkiválóbb módosult levelek a szaporodási szerveket létesítő *termőlevelek*.

Harasztokon a termőlevelek általában még ugyanolyan

szerkezetűek és alakúak, mint a közönséges lomblevelek (154. ábra), utóbbiaktól csak abban térnek el, hogy foná-



154. ábra. Az *Aspidium* termőlevelének egy levélkéje, jobbra egy részlete erősen nagyítva, vesealakú induziummal fedett sporangiumcsoporttal. (Prantl.)

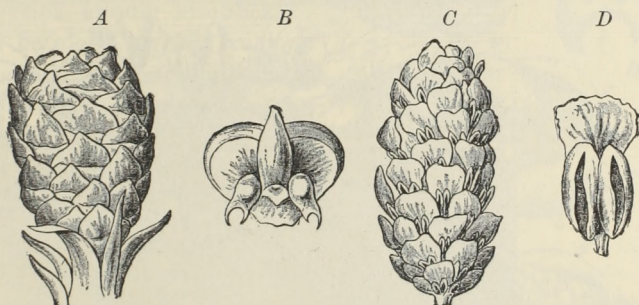


155. ábra. *Ophioglossum vulgatum* felerészben módosult termőlevéllel. Természetes nagyság. (Prantl.)

kukon nagy számban, többnyire határozott helyeken, csoportosan (sorusban) eredő kis tokoskákban, ú. n. *sporangiumok*-ban hozzák létre a szaporodási szerveket, a *spórákat*; vannak azonban *harasztok*, melyeknek termőlevelei szerkezetükre és alaki tulajdonságaikra nézve lényegesen különböznek a többi levelektől, levéllemezekéiken csak a főerezet jut kifejlődésre és ennek mentén a spórákat létesítő sporangiumok, a lemezekék alapszövege vagy teljesen hiányzik vagy csak csökevényesen van meg, pl. *strucharaszt* stb.; némely fajokon egyes levelek csak felerészben módosulnak termőlevelekké, amennyiben

csak egyes levélkéik vagy cimpák lesznek termővé, a többi pedig mint zöld áthasonító lemezke fejlődik és semmiben sem tér el a nem termő közönséges lomblevelektől, pl. *kígyónyelvfélék* (155. ábra), *Osmunda* és mások. Zsurlókon a kis pajzsalakú, fonákukon csak néhány sporangiumot létesítő termőlevelek teljesen módosult levelek, sőt itt elhelyezkedésük is más, feltűnő; mert vagy a főszár végén vagy egyes oldalágainak végén is sűrűn egymás felett keletkeznek és rövidebb-hosszabb füzérkét alkotnak, melynek kialakulásával a tengely további növekedése véget ér. Hasonló a legtöbb *korpaűfélék* levele is, csak-hogy itt a kis termőlevelek nem pajzsalakúak, és azután nem fonákukon, hanem színük alján fejlődik egyetlen egy sporangium. A *korpaűfélék*hez tartozó *Selaginellaceae* kétféle termőlevelekkel bírnak, melyek nem annyira alaki sajátosságaikban, mint értékükben különböznek egymástól; némelyik u. i. nagyobb sporangiumot fejleszt, melyben csak egyetlenegy vagy csak néhány nagy spóra (makrospóra) fejlődik, másik pedig kis sporangiumot létesít, melyben számos kis spóra (mikrospóra) keletkezik.

Nyitvatermőkön, melynek pl. a *tobzosak*, a termőlevelek, mint teljesen módosult levelek, egy eset kivételével mindenkor külön ágacskákon fejlődnek, ezekkel együtt szintén külön *termőhajtásokat* alkotnak, melyek a többi hajtásoktól minden tekintetben és feltűnően különböznek, füzérkéket vagy tobozokat alkotnak, és szintén kétfélék, különböző értékűek; némely termőhajtásokon termőlevelek fejlődnek kis zacskóalakú, együregű tokocskákkal, melyekben szintén nagyobb számban kis spórák fejlődnek, más termőhajtásokon ellenben nagy mértékben módosult pikkelyalakú termőleveleket találunk, melyeknek alján legtöbbször két nagy sporangium fejlődik egy-egy nagy makrospórával (156. ábra); ezen sporangiumok itt a fiatal, embrionális magvak, *magdudorok* vagy *magkezdemények*, melyeket sajátságos szerkezetüknél fogva *magrügyeknek* is neveznek; a kis spórákat itt *pollenszemecskéknek*, az őket létesítő termőleveleket pedig *porzónak* nevezik. Zárvatermő vagy virágos növényeken végül a termőlevelek olyannyira módosult levelek, hogy legtöbbször levelekhez már nem is hasonlítanak és csak szerkezetük, különösen pedig fejlődésük és a tengelyen való megjelenési módjuk árulja el igazi természetüket; szintén kétfélék, t. i. pollenszemecskéket termő porzók és magkezdeményes termőlevelek; mindenkor ugyancsak külön hajtásokon együttesen vagy külön-külön fejlődnek, legtöbbször más módosult levelek kíséretében, melyek különböző célból közvetlen alattuk foglalnak helyet; ezen különleges, általában kis törpeshajtagú



156. ábra. *Pinus silvestris* A termőhajtása (toboz) makrosporangios termőlevelekkel; B egy ilyen termőlevél két magkezdeménnyel; C a *Picea excelsa* termőhajtása mikrosporangios termőlevelekkel, D egy ilyen termőlevél két felnyílt mikrosporangiummal. Természetes nagyság. (Beisznér.)

hajtások itt *virágoknak* nevezetnek, a hajtásnak kis tengelye a *virágtengely*, a rajta megjelenő összes módosult levelek pedig a *viráglevelek*. A virágok szerkezete, egyáltalában alaki tulajdonságai rendkívül változatosak; mindenkor feltűnő külön szervei a növényi testnek és megjelenésük mintegy delelőpontját jelzi az egész növény életfolyamatának.

Szíklevelek, allevelek, lomblevelek, fellevelek és módosult levelek, utóbbiak legalább termőlevelek alakjában a bipoláris növényi testen legtöbbnyire sorrendben fejlődnek és mindig a szár vagy ágaknak bizonyos előre meghatározott tájain találhatók fel. Szíklevelek után az első vagy alsó táj az allevelek tája, földalatti szárazon és fás növények évi hajtásainak alsó részén; ezt követi a lomblevéltáj a földfeletti szárazak túlnyomó részén, azután a fellevelek tája



157. ábra. A *Ranunculus aquatilis*, sallangos vízi és karélyos úszó lomblevelei.

és ez utóbbira következik a termőlevelek, illetőleg viráglevelek tája. Néhol a levéltájak sorrendje más, az allevelekre lomblevelek következnek, ezekre ismét allevelek, az allevelekre újból lomblevelek és így váltakoznak állandóan egymással ezen különböző levéltájak, pl. lombos fáink nem virágzó hajtásain; máskor a lomblevelek tája váltakozik a termőlevelek tájával, ismét máskor a különböző levéltájak különböző ágakra vannak elosztva, pl. *Pinus* fajain, hol a nyúltszártagú hajtások csak alleveleket, a törpeszártagú hajtások ellenben alleveleket és lombleveleket is fejlesztenek stb.

Az egy és ugyanazon tájhoz tartozó levelek alakjuk, szerkezetük és elhelyezkedési módjukra nézve legtöbbnyire megegyeznek egymással; sok növényen azonban különösen a lomblevéltájban mutatkoznak eltérések, melyek majd a levelek kialakulásában, majd a levelek elhelyezkedésében nyilvánulnak és ily esetben *felemás levélzetről* (*heterophyllia*) beszélünk; így vannak vízinövények sallangos vízi és osztatlan vagy kevésbé bemetszett élű úszólevelekkel, pl. *sulyom*, *víziboglárka* (157. ábra), vízi vagy úszó és nem vízi levelekkel, pl.

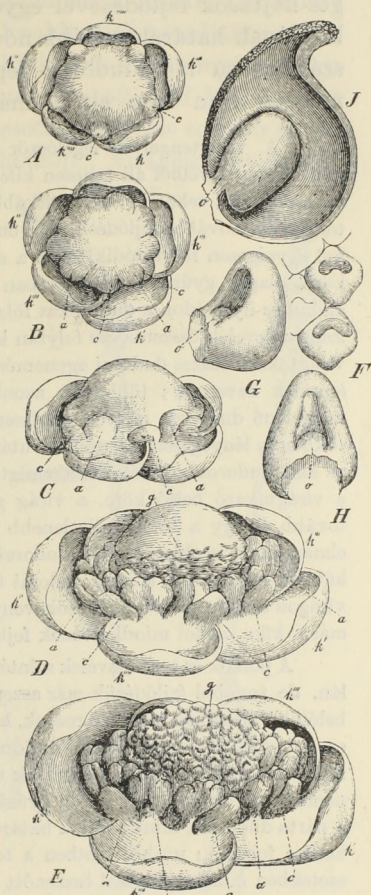
vízilófark, *nyílűfű*; egy-egy hajtáson találhatók épszelű és bemetszett szélű lomblevelek, pl. *Broussonetia papyrifera*; egyszerű és összetett lomblevelek, pl. *Lepidium perfoliatum*; összetett levelek és phyllodiumok, pl. *Acacia*-fajok; közönséges lomblevelek és módosult lomblevelek, mint levéltövissek, levéltömlők stb., pl. *sóska*, *Cephalotus*; nagy és kis lomblevelek, pl. *Ficus stipulata*; dorsiventrális és isolaterális lomblevelek, pl. *Eucalyptus*; különböző alakú dorsiventrális lomblevelek különböző hajtásokon, pl. *borostyán*.

Némely növényen a korábban és későbbben fejlődő lomblevelek mutatnak állandóan feltűnő alakbeli és nagyságbeli eltéréseket, pl. *vízirózsafélék*, hol az öregebb levelek mindig kisebbek, kevésbé fejlettek mint a fiatalabb levelek vagy a *borókaféléken* (*Juniperaceae*), hol megfordítva az öregebb levelek a fejlettebbek; mindezen esetekben azonban a korábban és későbbben megjelenő levelek közötti különbség mindig a közbeeső átmeneti levélalakokban enyészik el; ily esetek nem az igazi heterophylliát mutatják, hanem a jelenséget *anisophylliának* mondjuk.

d) A virág.

A virágok, mint ez az előző fejezetben már említve volt, törpeszártagú hajtások. A virágnak alkotó részei a virágtengely és a rajta eredő viráglevelek; utóbbiak nagy mértékben módosult levelek, azaz részben *kétféle értékű termőlevelek*, részben az azok megóvására vagy más célokra is hivatott *virágtakarók*. A termőlevelek *hím* és *női* ivari jellegűek, régebbi idő óta előbbieket *hímeknek* vagy *porzóknak*, utóbbiakat *női termőleveleknek*, rövidesen csak *termőleveleknek* nevezik. — A porzók a hím ivarszervek, a termők a női ivarszervek létesítői, ezért ezen viráglevelek az egész virágnak legfontosabb részei, különösen a termőlevelek, mert ezekből alakul bizonyos, nevezetes folyamatok után a *termés* és ennek leglényegesebb része, a *mag*, mely magában zárja az anyanövénynek embrionális fióknövényét.

I. *Virágok fejlődése és elhelyezkedése. Virágzat.* A virágok fejlődése egészben véve a közönsé-



158. ábra.

Ranunculus trilobus virágfejlődése. A a fiatal virág felülről tekintve, c szirmlevelek, k' stb. csészelevelek koruk szerint; B fiatal virág az első porzók a megjelenése után; C ugyanezen virág oldalról tekintve, D fiatal virág az alsó termőlevelek g megjelenése után; E fejlettebb virág; F fiatal termőlevelek az előbbi virágból felülről tekintve és erősebben nagyítva; G fejlettebb termőlevél oldalról; H előlről tekintve; J az egyetlen termőlevélből alakult termő hosszanti átmetszete egyetlen magdudorával o. Valamennyi kép nagyítva. (Payer.)

ges hajtások fejlődésével egyezik meg; a főkülönbség csak a tengely tenyészőkúpjának határolt tovább növekedésében rejlik. A viráglevelek is, mint exogén származású oldaldudorok lépnek fel akropetális sorrendben és továbbfejlődési módjuk sem igen eltérő más levelek fejlődési módjától. (158. ábra.)

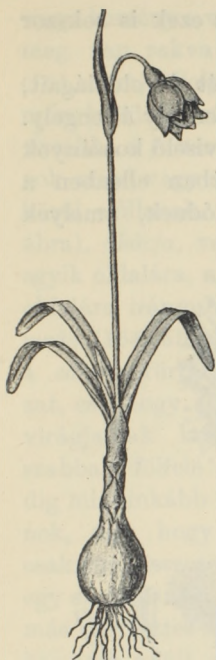
A virágtengelyen legelőször a virágtakaró öve jelenik meg, annyi apró dudor alakjában mint ahány levélből áll teljesen kifejtett állapotban; ezek az apró dudorok legtöbbször egyenlő magasságban, tehát örvösen, ritkábban különböző magasságban, spirálisan jelennek meg a virágtengelyen. További fejlődésük hol önállóan folyik tovább, amikor a virágtakaró *szabadlevelű* lesz, hol egységesen folytatódik, azaz a szorosan egymás mellett egy örvben fejlődő egynemű dudorok közös alapja gyűrűs redő alakjában mindinkább kiemelkedik, csakhamar rövidebb-hosszabb csővé alakul és ily módon a dudorokat fölemeli; kifejtett állapotban a virágtakaró azután úgy tűnik elő, mintha levelek összenövése folytán keletkezett volna, miért is *összenőtt levelűnek* is mondják. Ha a virágtakaró összes dudorai egyneműek, belőlük egynemű levelekből álló virágtakaró alakul, melyet *lepelnek* neveznek; többnyire azonban a virágtakaró dudorai különmeműek, az alsó korábban megjelenő dudorok, melyek rendszeren egy örvben állanak, alakjuk, nagyságuk és további fejlődésükben is lényegesen eltérnek az utánuk következő, szintén örvben elhelyezkedő felső dudoroktól; az alsó dudorokból kialakul a virágtakaró külső köre, a virág *csészéje*, a felső dudorokból ellenben a virágtakaró belső köre, a virág *pártája*. A csésze dudorai általában leggyorsabban fejlődnek tovább és így a többi fejletlenebb virágrészeket mind beborítják; néha azonban fejlődésükben elmaradnak, és akkor a pártá dudorai fejlődnek erősebben és a megóvás szerepét ők veszik át; ritkábban mind a két körnek dudorai további fejlődésükben elmaradnak, úgy hogy a teljesen kifejtett virágon a virágtakaró csak csökevényes lesz, sőt vannak esetek, midőn a virágtakaró egyik vagy másik köre, néhol mindkettőnek fejlődése egészen is elmarad, a virág takaró híján lesz.

A porzók és termőlevelek szintén kis oldaldudorok alakjában jelennek meg a virágtengely oldalán, de további fejlődésük már aszerint módosul, hogy minő alakú és szerkezetű szervek alakulnak belőlük; általában jellemző rájuk, hogy részeik basipetális sorrendben jutnak kifejlődésre. Gyakran ezen dudorok is a virágtakaró dudoraihoz hasonlóan csak utólagosan keletkeznek egy interkalárisan növekedő gyűrűs redőn, vagy csak utólagosan emeli fel őket ily későbbben fejlődő gyűrűs redő, és némely esetben még oly külön gyűrűs redő is fejlődik utólag a virágtengely kerületében, mely úgy a pártá dudorait, mint a velők határos porzók dudorait is közösen felemeli gyors interkaláris növekedése folytán; utóbbi esetben a teljesen kifejtett porzók mint a pártához nőtt porzók, előbbi esetekben mint egymással összenőtt porzók jelennek meg a virágban. Néhol a porzók dudorai igen korán két és több kisebb dudorra különülnek, mintegy elágaznak és akkor a porzók eredeti száma megkétszereződik, megtöbbszörösödik; e jelenséget *hasadásnak* is nevezik; a hasadás nem mindenkor eredményez egynemű szerveket, nevezetesen jól kifejtett porzókat, hanem sokszor ily rendes porzókon kívül porzókhoz vagy a szomszédos pártalevelekhez hasonló levélképleteket is, melyek e virágrészek között mint *segédszervek* ismeretesebb és a virágok biológiájában nevezetes szerepet játszanak.

A különmemű virágrészek dudorai, ha külön körökben fejlődnek, mindig váltakozó örvös állásúak; néha azonban egyes körök dudorai csak csökevényesen fejlődnek vagy fejlődésük egészen el is marad, és akkor a kifejtett virág különböző köreinek tagjai nem váltakoznak egymással, hanem egymás fölé kerülnek.

Ha a dudorok örvös állásúak, egyszerre jelennek meg és egyenletesen is fejlődnek tovább, a virág szabályos lesz; ha ellenben a dudorok álgűrűs vagy spirális állásban fokozatos egymásutánban jelennek meg a virágtengelyen és így fokozatosan jutnak teljes kifejlődésre, a virág részarányos lesz; de részarányos virágok lesznek akkor is, ha az örvös állású dudorok az egy örvön belül nem egyszerre, hanem bizonyos egymásutánban jelennek meg a virágtengelyen és ugyanily egymásutánban halad előre további fejlődésük is.

A bizonyos fejlettségi fokot elért virágtengely a rajta fejlődő és szintén még teljesen ki nem fejlődött viráglevelekkel egyetemben a *virágrügyet* vagy *bimbót* képezi. A bimbó szerkezete a közönséges rüggyekkel egészben véve megegyezik, a borulás és türemlés itt azonban jóval változatosabb, mert a virágrügy borulékát különmemű levelek alkotják, a különböző övek levelei pedig igen gyakran különbözőképpen borulnak egymásra, és türemlésük még nagyobb eltéréseket mutathat.

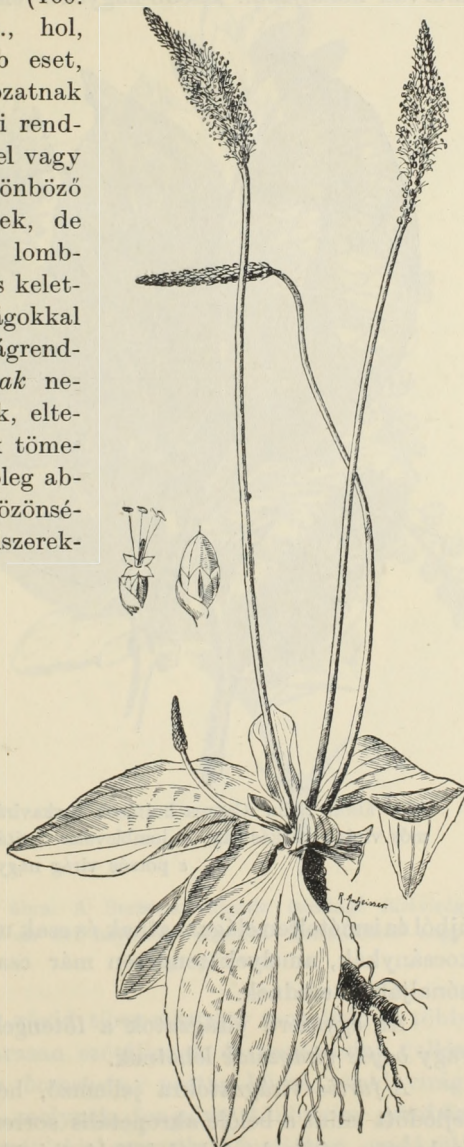


159. ábra. *Leucojum vernum* magános virága. $\frac{1}{2}$ nagyság (Giesenhagen.)

A virágok hol egyenként fejlődnek a főszár (159. ábra) és oldalágainak csúcsán-, vagy a lomblevelek hónaljában, amikor *magános virágok*-ról beszélünk, ezek többnyire nagy feltűnő virágok, pl. *kerti mák*, *tulipán*, *téli zöld bőrvény*, hol *csoportozatokban* képződnek az esetleg folyton tovább növekedő szár- vagy oldalágak oldalain, virágcsoportozatok, pl. *farkasboroszlán*. (160. ábra), *judásfa*, stb., hol, és ez a leggyakoribb eset, nagyobb számban hozatnak létre külön elágazási rendszerekben, amelyekkel vagy a főszár, vagy különböző rendű ágai végződnek, de némely növényen lomblevelek hónaljában is keletkezhetnek; ily, virágokkal megrakott módosult ágrendszereket *virágzatoknak* nevezzük. A virágzatok, eltekintve a virágoknak tömeges elhelyezésétől, főleg abban különböznek a közönséges vegetatív ágrendszerektől.



160. ábra.
A *Daphne Mezereum* virágcsoportozatai.
 $\frac{1}{2}$ nagyság. (Giesenhagen.)



161. ábra. *Plantago media*; az egész növény füzérvirágzattal. $\frac{1}{2}$ kisebbítve, oldalt egyes virág és termés nagyítva. (Karsten.)

tól, hogy lomblevelek helyett csak felleveleket fejlesztenek, és ezek is sokszor csak igen csökevényes fejlettségűek.

A virágzatban megkülönböztetjük a virágzat főtengelyét és oldalágait, melyek különböző fejlettségűek lehetnek ; gyakran a virágzati tengely áltengely. *Egyszerű virágzatokban* már a főtengelyen erednek a virágokat viselő kocsányok kisebb-nagyobb murvalevelek hónaljában, *összetett virágzatokban* ellenben a murvák hónaljában kisebb-nagyobb elsőrendű oldalágak fejlődnek, amelyek



162. ábra. *Salix Caprea* hajtások barkavirágzattal; *a* porzós virágú barkás ág, *b* termős virágú barkás ág, *c* lombleveles hajtás, természetes nagyság; *d* termős virág, *e* porzós virág nagyítva. (Willkomm.)

újból és ismételten elágazhatnak és csak utolsórendű ágacskáik, a virágban végződő kocsánykák, amelyek rendesen már csak igen apró fellevélkék, murvácskák hónaljában erednek.

Az egyszerű virágzatok a főtengely elágazási módja szerint vagy *fürtös* vagy *bogas virágzatok* lehetnek.

A *fürtös* virágzatokra jellemző, hogy főtengelyük mindenkor erősebben fejlődött mint a belőle akropetális sorrendben eredő oldalágak vagy kocsányok, és hogy a virágok alólról fölfelé (kívülről befelé) haladó, azaz centripetális sorrendben nyílnak. Vannak hosszúra nyúlt és megrövidült főtengellyel bíró fürtös virágzatok. A hosszúra nyúlt főtengely hol vékony, hol vastag, húsos

vagy kemény ; vékony a *füzéren*, melynek főtengele felálló és többnyire sűrűn meg van rakva igen rövid kocsányú vagy kocsánytalan virágokkal, pl. *utifű* (161. ábra), *Polygonum Bistorta*, azután a *barkán*, melynek főtengele legtöbbnyire lecsüngő, sűrűn álló virágai pedig mindig ülők, pl. *fűzfa* (162. ábra), *nyárfa* ; továbbá a *fürtön*, melynek felálló vagy lecsüngő főtengeyén a kocsányos virágok mind vagy sugarasan köröskörül elállanak, pl. *sóskafa* (163. ábra), *ákácfa*, vagy a főtengele egyik oldalára, a nap felé fordult oldalára irányulnak, pl. *gyűszűvirág* (164. ábra), *Vicia Cracca* ; a *sátor* a *fürthöz* hasonló virágzat, csak hogy az alsóbb, idősebb virágjainak kocsányai leghosszabbak, fölfelé a kocsányok pedig mindinkább rövidebbek lesznek, úgy hogy a virágzatnak csaknem összes virágai fiatalon egy síkba esnek, pl. *Iberis* és sok más keresztes virágú növény ; hosszúra nyúlt, vastag főtengele van a *torzsa* vagy *csutka* virágzatnak, mely a füzér szerkezetét mutatja, csak hogy a kocsánytalan virágok vastag, gyakran húsos főtengeylen sűrűn egymás mellett foglalnak helyet és az egész virágzatot virághüvely övezi, pl. *kontyvirágfélék* (165. ábra), továbbá a *toboz* virágzatnak, mely a *fenyőféléket* jellemző tobozokra emlékeztet, de míg a fenyőtobozok tengelyén közvetlenül a termőlevelek erednek, addig a tobozvirágzat tengelyén virágok ülnek, pl. *Casuarina*, *égerfa* (166. ábra). A rövid főtengeleszintén vékony és vastag, húsos lehet ; vékony az *ernyőn*, melynek igen rövid törpeszártagú tengelyén a többnyire hosszabb kocsányú virágok sugarasan szétállanak és rendszerint gallérlevelekkel vétetnek körül, pl. *kankalin*, *borostyán* ; vastag húsos, rövid virágzati tengelye van a *fejecs*virágzatnak, melynek tengelye többnyire gömbös, felső nagyobb részében sűrűn megrakott, kis murvák hónaljában eredő ülő virágokkal, alsó részében pedig óvó, burkoló fellevelekkel, pl. *lóhere* (167. ábra), *Dipsacaceae* ; és a *fészek*virágzatnak, melynek tengelye hol kúpidomú, hol lapos



163. ábra. A *Berberis vulgaris* lecsüngő fürtvirágzatai az évi hajtások csucsán. Természetes nagyság. (Emery).

tányéralakú, homorú vagy kissé domború felülettel ; felső részét sűrűn borítják az apró ülő virágok, melyek alig kivehető, felette csökevényes murvalevelek hónaljában keletkeznek, alsó részét pedig teljesen takarják a sűrűn álló, jól kifejlett fészkepikkelyek, melyek az egész virágzatot alulról burkolják ; a *fészkesvirágúakat* jellemző virágzat (168. ábra), pl. *napraforgó*, *aranyvirág*, *székfű*, *bogáncs*.

A *bogas* virágzatok arról nevezetesek, hogy főtengejük elma-

rad hosszanti növekedésében, oldalágai erősebben fejlődnek ; gyakran az utóbbiak újból, de csak egyszer ágaznak el, úgy hogy a virágzatban első-, másod-, harmad-, stb. rendű ágakat lehet találni, ezek mind virágban végződnek, a virágot pedig mindenkor túlnövik az alatta fejlődő ágak, innen

van, hogy a bogas virágzatokban a virágok mindig belülről kifelé haladó, azaz centrifugális sorrendben nyílnak. Vannak *közalapos* és *áltengelyes bogas virágzatok* ; a közalapos bogas virágzatban az elsőrendű ágak vagy kocsányok hol többes számban, hol kettes számban jelennek meg, az áltengelyes bogas virágzatokban mindig



164. ábra. A *Digitalis purpurea* egy oldalra fordult fűrtvirágzata. Kisebbitve. (Giesenhagen.),

csak egyes számban. Többes számban fejlődnek a *bogernyőn*, melynek virágban végződő főtengején, közvetlenül ezen legelőszerű felnyíló csúcsvirág alatt, három vagy több örvösen álló és kisugárzó oldalág keletkezik, ezek is virágban, természetesen későbbben nyíló virágban végződnek és esetleg a főtengelelhez hasonlóan újból el is ágazhatnak, pl. némely *kutyatejféle*, *Oxybaphus* ; továbbá az *ecsetvirágzatban*, hol a főtengeynek legkorábban felnyíló csúcsvirága alatt az oldalágak nem örvösen, hanem spirálisan fejlődnek sűrűn



165. ábra. Az *Acorus Calamus* torzsa-virágzata, kisebbítve. a egyes virág. nagyítva. (Giesenhagen.)



166. ábra. Az *Alnus glutinosa* összetett termése (áltoboz). (Karsten.)

egymás felett, s ezért különböző hosszúságúak is, ugyancsak virágban végződnek és ez alatt a főtengelethez hasonló módon újból elágazhatnak, pl. *szittyófélék*, *varju-mogyoró*; a *csomó-virágzatban* a szintén spirálisan fejlődő oldalágak (kocsányok) csaknem egyenlő hosszúak és csomót formálnak, pl. *tőkélék*. Kettes számban fejlődnek az oldalágak a főtengelel csúcsvirága alatt az *álernyőn* (169. ábra); ezen mindig átellenes elsőrendű ágak hol egyenlő, hol különböző hosszúságúak, szintén virágban végződnek, és ez alatt újból átellenesen ágaznak el, az idősebb és elvirágzott virágok lehullása után az egész virágzat gyakran valami villás ágrendszerre emlékeztet, pl. *mécsvirág*, *madárhúr*; az álernyővel lényegében megegyezik a *gomoly* vagy *csembók-virágzat*, csakhogy ezen az átellenes ágak fokozatosan megrovidülnek, úgyhogy az összes csúcsvirágok csaknem egy magasságba kerülnek, minek következtében az egész virágzat csomós külsőt



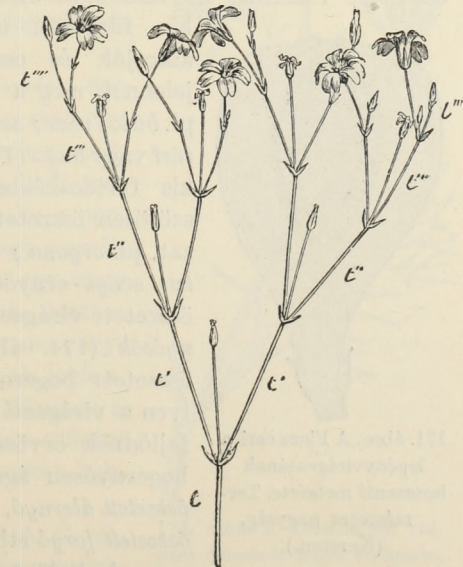
167. ábra. A lóhere-fejecské virágzata. Kisebbitve.



168. ábra.

A *Tussilago Farfara* fészkes virágzata. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

Az élők világa.



169. ábra. A *Cerastium collinum* álernyős virágzata; $t-t'''$ az egymás után következő ágak. Kisebbitve. (Duchartre.)

kétoldalt erednek, a virágok tehát két sorban állanak, pl. *mezei jácint*, *érdes-levelűek* (170. ábra); a *legyező* a forgóhoz hasonló áltengelyes bogas virágzat,

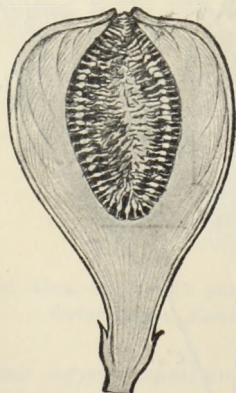


170. ábra. A *Symphytum asper-rium* forgó virágzata (bora-goid.) Kisebbitve. (Duchartre.)

csak hogy a két sorban megjelenő összes virágok az idősebb virágok kocsányainak erős megnyúlása foly-tán csaknem egy síkba kerülnek, pl. *nőszirm*; ugyanez áll a *sarlóvirágzat*-ról is, amely a kunkorhoz hasonlóan épül fel. Sajátságos bogas virágzat a *lepény-* vagy *serlegvirágzat*, amelynek vastag húsos áltengelye a különböző rendű oldalágak összenövése folytán keletkezik, majd kiterült le-mezalakú pl. *Dor-stenia*, majd körte-képű, üreges, pl. *Ficus*. (171. ábra.)

Az összetett virágzatok vagy *egynemű*, vagy *különnemű* egyszerű virágzatok össze-tételei.

Az egynemű összetett virágzatok közül leggyakoribbak: az *összetett füzér* vagy *kalász* (172. ábra); a kis füzérkékből összetett virágzat főtengele úgy ágazik el, mint az egyszerű füzér tengelye, de míg utóbbin az elsőrendű oldalágak már maguk a virágok, addig az összetett füzérben az elsőrendű oldalágak a



171. ábra. A *Ficus carica* lepényvirágzatának hosszanti metszete. Ter-mészetes nagyság. (Karsten.)

kis füzérkékek tengelyét alkotják és csak ezen jelennek meg a virágok, pl. *búza*, *rozs*; az *összetett fürt* vagy *buga* (173. ábra) kis fürtöcskékből többszörösen összetett virág-zat, pl. *orgona*; az *össze-tett ernyő* ernyőcskékből összetett virágzat, pl. *ernyősök* (174. ábra); az összetett bogernyő, me-lyen a virágzati főtengelenek két és három csomójából is fejlődnek örvösen erősebb oldalágak és mindegyike újból bogernyősen ágazik el, pl. *fekete bodza* (175. ábra), az *összetett álernyő*, pl. *csillaghúr*, az *összetett ecset* (176. ábra), *összetett forgó* stb.



172. ábra. A búza kalászvirág-zata. (Smalian.)

A *különnemű* összetett virágzatok még többfélék, aszerint, amint *különnemű fürtös* vagy *különnemű bogas*, vagy *fürtös és bogas virágzatok* összetételei; a *fészkes fürtön* pl. a fészkesvirágzatok foglalnak helyet

a virágzati főtengelynek fürtösen kiágazó elsőrendű oldalágain, pl. *Petasites*, hasonlóan különmemű fürtös összetett virágzat a *fészkes sátor*, *fészkes buga*, *füzéres fürt*, *füzéres buga* stb.; különmemű bogas összetett virágzata van a *hársnak* (177. ábra), a *kutyatejféléknek* egyáltalában; fürtös és bogas virágzat összetétele pl. a *fészkes ecset*, mely nem egyéb, mint fészkesvirágzatokból álló ecsetvirágzat, pl. *Hieracium*-fajok, továbbá a *forgós fürt*, melyben forgó virágzatok fürtöt alkotnak, pl. *lógesztenye* stb.

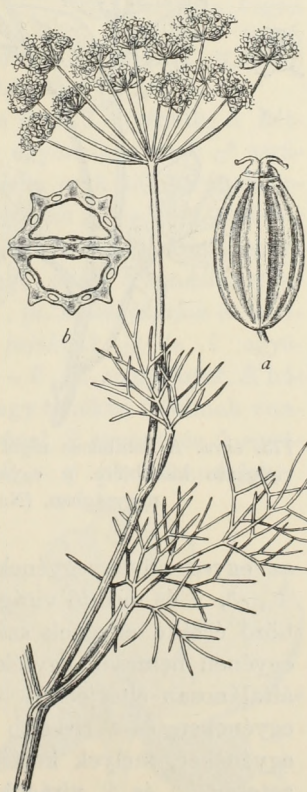
II. *Virágrészek*. A tipikusan kifejezett virág részei: a *virágtengely* vagy *vacok*, a *virágtakaró*, mely vagy *lepel*, vagy *csésze* és *párta*, a *hímek* (*porzók*) és a *termő* (178. ábra); vannak virágok, amelyekben ezen virágrészek kiegészítésére még úgynevezett *segédszervek* is fejlődnek, de vannak olyanok is, amelyekben az említett virágrészek közül az egyik vagy másik nem jut kifejlődésre, sőt a virágtengelyen csak

173. ábra. A *Yucca filamentosa* buga virágzata. Kisebbitve. (Karsten.)

egyetlenegy viráglevél öv jelenik meg: *hiánytalan* és *hiányos virágok*.

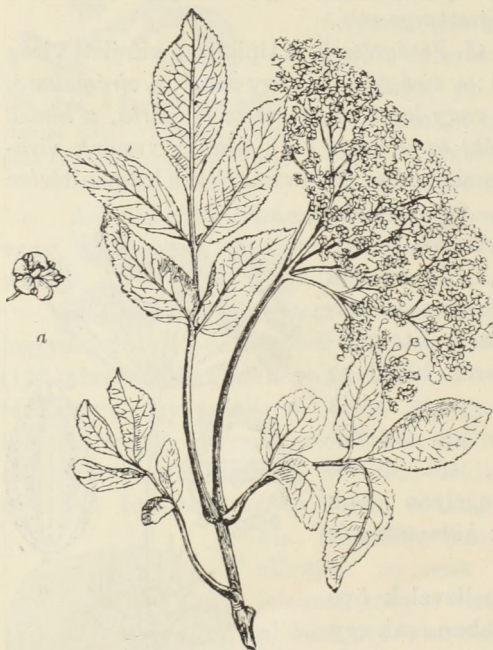
A *lepelt* (*perigonium*, P.), a *lepellevelek* öve alkotja, mely legtöbbnyire két, ritkábban csak egy levélkörből áll; a *csészét* (*calyx*, K.) teszik a rendszerint egy körben álló csészelevelek; a *pártát* (*corolla*, C.) a szintén egy körben álló szirmok; a *porzók* alkotják összességükben a *hímek* vagy *porzók* övét (*androeceum*, A.) és a *termő*, mely egy vagy több termőlevél összenövéséből keletkezik, teszi a női övet (*gynaeceum*, G.); néhol a női öv nem egy, hanem több termőből is állhat. A virágnak legfontosabb részei a *porzók* és a *termő*, de különösen a *termő*, mert ebből fejlődik a *termés*, amely a fiatal embriót magában záró magot vagy magvakat burkolja.

A *hiánytalan virágok* rövid jelzése P. A. G., pl. *tulipán*, vagy K. C. A. G., pl. *pimpó*. A *hiányos virág*ot *csupasz*nak nevezzük, ha nincs virágtakarója, tehát A. G. pl. *magas kőrisfa*, vagy csak A, vagy



174. ábra. A *Foeniculum vulgare* összetett ernyő virágzata, kisebbítve: *a* termés, *b* a termés harántmetszete, nagyítva. (Berg és Schmidt.)

csak G-ből áll, pl. *fűzfa*, *nyárfa*; ha a virág azért csupasz, mert leple nem fejlődött, *achlamydeikus virágnak* nevezzük, ha pedig azért csupasz, mert sem csészéje, sem pártája nincsen, *apochlamydeikus virágnak* mondjuk; a lepleles virágot a tudományban *homochlamydeikus virágnak*, a K. és C-val bíró virágot pedig *heterochlamydeikus virágnak* nevezik; ha a kétféle virágtakaró közül a virágon csak a csésze fejlődik, tehát K. A. G., vagy K. A. vagy K. G., a virágot *szirontalan virágnak* nevezik, pl. *Thalictrum*, ha ellenben a kétféle virágtakaró közül csak a párta van meg, tehát C. A. G., vagy C. A., vagy C. G., a virágot



175. ábra. A *Sambucus nigra* összetett bogernyő virágzata kisebbítve. a egyes virág természetes nagyságban. (Nobbe.)

csészenélküli virágnak mondják, pl. némely *ernyős növény*; virágok, amelyeknek virágtengelyén csak P. vagy csak K. C., vagy csak K., vagy csak C. fejlődik, egyszóval, melyek csak virágtakaróból állanak, *meddő virágoknak* nevezetnek. — A porzókkal és termővel bíró virágokat *hímzős virágoknak* vagy *monoklin virágoknak* mondják, ilyenek P. A. G.; K. C. A. G.; K. A. G.; C. A. G. és A. G., közös régi jelzésük ♀. *Egyivarú* vagy *diklin virágokban* vagy a porzók öve vagy a termő hiányzik; ha a porzók hiányzanak, a virágot *termős* vagy *női virág-nak* mondjuk, ilyenek P. G.; K. C. G.; K. G.; C. G. és G., közös jelzésük ♀; ha a termő hiányzik, a virágot *porzós* vagy *hímvirágnak* nevezik. Ilyenek P. A.; K. C. A.; K. A.; C. A. és A., közös jelzésük ♂.

A porzók és termő megadják a virágnak értékét és aszerint, hogy milyen értékű virágok jelennek meg

az egyes növényegyéneken, ezeknek értéke is meg van határozva. Vannak ♀, ♂, ♀ és meddő virágok; mindössze tehát négyféle értékű virág; a különböző értékű egyének száma azonban nagyobb annál, mert egy-egy növényegyénen nemcsak egyféle, hanem többféle értékű virág is fejlődhetik; így az általánosan elterjedt ♀ virágú egyéneken, a gyakoribb ♂ virágú és ♀ virágú egyéneken és a ritkább meddő virágú egyéneken kívül találunk néha növényegyéneket, melyek kétféle vagy háromféle értékű virágokat fejlesztenek, nevezetesen ♂ és ♀ virágokat, vagy ♂ és ♀, vagy ♀ és ♀, vagy ♀ és meddő, vagy ♀ és meddő, vagy ♂ + ♀ + ♀ virágokat, vagy ♂ + ♀ és meddő, vagy ♀ + ♀ és meddő virágokat. Ha valamely növényfajhoz tartozó összes egyének egyenlő értékűek, a fajt *monomorphnak* mondjuk, ha ellenben a fajt különböző értékű egyének teszik, *pleomorphnak* nevezik.

Monomorphfajok a *monoklin virágú fajok*, amelyeknek összes egyénein csak ♀ virágokat találunk, pl. *mályva* és az *egylaki* vagy *monoikusfajok*, melyeknek összes egyénein egynemű kétféle értékű virágok fejlődnek (*dimonoikus fajok*) vagy háromféle értékű virágok jutnak kifejlődésre (*trimonoikus fajok*). Egylaki fajok az *androgynikus* vagy *androgynomonoikus fajok*, melyeknek összes egyénein ♂ és ♀ virágok teremnek, jelzésük (♂+♀) pl. *kukorica*, *diófa*; a *gynomonoikus fajok*, amelyeknek összes egyénein ♀ és ♀ virágok fejlődnek (♀+♀) pl. *Parietaria officinalis*; az *andromonoikus fajok* (♂+♀) pl. *Astrantia major*; az *agamomonoikus fajok*, melyeknek összes egyénein ♀ és meddő virágok teremnek (♀+0) pl. *kányafa*; a *coenomonoikus fajok*, a melyeknek összes egyénein ♂, ♀ és ♀ virágok fejlődnek (♂+♀+♀), pl. *Saponaria ocymoides*; az *agamandioikus fajok* (♂+♀+0) és az *agamogynomonoikus fajok* (♀+♀+0), pl. némely fészkes virágú növény.

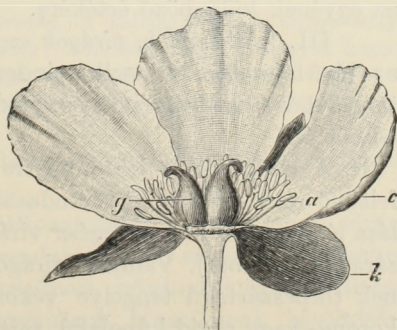
Pleomorph-fajok a *kétlaki*, *háromlaki* és *soklaki fajok*; a kétlaki fajoknak kétféle értékű egyéneik vannak, a háromlaki fajoknak háromféle, a soklaki fajoknak többféle értékű egyéneik. A kétlaki fajokat nevezzük *dioikus fajoknak*, ha bizonyos egyéneiken csak ♂ virágok, másokon csak női virágok teremnek, jelzésük: ♂—♀, pl. *nyárfa*; *gynodioikus fajoknak*, ha egyéneiknek egy része ♀, másik része ♀ : ♀—♀, pl. *kakukkfűfajok* és *androdioikus fajoknak* ♂ és ♀ egyéneikkel: ♂—♀, pl. *szegfűfajok*. A háromlaki vagy trioikus fajoknak vannak ♂ egyénei, ♀ egyénei és ♀ egyénei: ♂—♀—♀ pl. *Silene-fajok*.



177. ábra. A *Tilia tomentosa* bogas összetett virágzata természetes nagyságban és hosszant metszett virága nagyítva. (Kerner.)

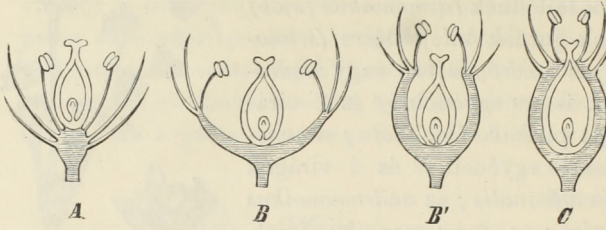


176. ábra. A *Juncus lamprocarpus* összetett ecset virágzata, *a* kisebbítve; *b* egyes virág és *c* termő, nagyítva. (Karsten.)



178. ábra. A *Paeonia peregrina* virágjának egy része, *k* csészelevelek, *c* szirmok, *a* porzók, *g* termők. $\frac{1}{2}$ nagyság. (Karsten.)

A soklaki, vagy pleogam fajokhoz tartozó egyének némelyikén csak egyféle értékű virágokat, másokon kétféle, sőt háromféle értékű virágokat is



179. ábra. Virágtengely: A hypogyn virág, B és B' perigyn virág, C epigyn virág vázlatos képe. (Karsten.)

találunk; egyéneik két-, három-, négy-, öt-, hat-, sőt hétféle értékűek lehetnek; a különböző eseteknek egész sorából csak néhányat említünk: *androgynodioikus* fajok kétféle értékű egyénekkel: ♀—(♂+♀); *trioikus androgynikus* fajok háromféle értékű egyénekkel:

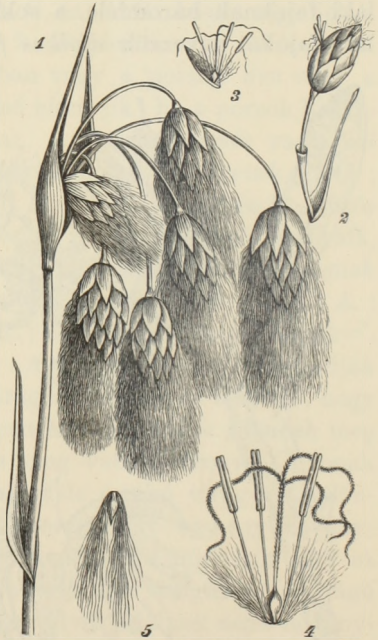
♂—♀—(♂+♀) például fa-

gyöngy; *trioikus andromonoikus* fajok: ♂—♀—(♂+♀) pl. kender; négyféle értékű egyénei vannak a *Melandrium rubrum*-nak: ♂—♀—♀—(♂+♀), de leggyakoribbak a ♂ és ♀ egyénei; a *Fragaria elatior*-nak ötféle értékű egyénei vannak: ♂—♀—♀—(♀+♀) és (♂+♀) egyénei; a *Valeriana tripteris*-nek hatféle értékű egyénei ismeretesek: ♂—♀—♀—(♂+♀)—(♀+♀) és (♂+♀) egyénei és a *Valeriana saxatilis*-nek hétféle értékű egyéneit figyelték meg: ♂—♀—♀—(♂+♀)—(♀+♀)—(♂+♀) és (♂+♀+♀) egyének. Új adatok és pontosabb megfigyelések évről évre bővítik és módosítják ezen különböző esetek sorozatát.

Érdekes, hogy a pleomorph fajoknak különböző értékű egyénei a többi szervek kialakulásában is kisebb-nagyobb mértékben feltűnő különbségeket mutatnak; majd a virágtakaró, majd a levelek, majd pedig az elágazás, sőt valamennyi szerve a növénynek és ebből kifolyólag az egész termete figyelmeztet az egyének különböző értékére.

III. Viráglevelek, virágok szerkezete. Mint az előző fejezetből kitetszik, minden virág virágtengelyből és a virágtengelyen eredő viráglevelekből áll.

A virágtengely legtöbbnyire a kevésbbé feltűnő része a virágnak, mindazáltal kialakulása lényegesen hat az egész virág kialakulására (179. ábra). Vannak virágok, amelyeknek törpesszártagú tengelye vékony hengeres, korong- vagy rövid kúp alakú, rajta sűrűn egymás felett foglalnak helyet keletkezésük sorrendjében a virágtakaró övei, a porzók öve és a virágtengely csúcsát bezárja a termő, ily



180. ábra. *Eriophorum angustifolium*; 1 termő szár, 2 virágzó füzérke körülbelül természetes nagyságban; 3 egyes virág, 4 ugyanaz a szórképletek képezte leplevel, de pelyva nélkül, 5 termés, 3—5-ször nagyítva. (Hoffmann.)

virágokat a tudományban *hypogyn virágoknak* nevezik, pl. *keresztes virágúak*; ritkábban ily virágok tengelye nem törpe, hanem részben nyúltszártagú, úgy hogy rajta az egyes virágövek között hosszabb internodiumokat is lehet megkülönböztetni, mint pl. a *Passiflora*-fajokon, ahol a virágtengely tetemesen megnyúlt a virágtakaró és porzók öve között; más virágokban, pl. *Gynandropsis*, a virágtengely nemcsak C. és A. között, hanem A. és G. között is erősen megnyúlik és magasra emeli

e virágrészeket a virágtakaró fölé; a *Lychnis*, *Dianthus*-fajok virágjaiban a K. és C. között találunk a virágtengelyen hosszabb internodiumot stb. Sok virágon a virágtengely tányér-kehelyalakú és peremén csaknem egyenlő magasságban foglalnak helyet a virágtakaró övei és a porzók öve, míg a termő vagy termők a kivájt tengely mélyében szabadon állanak; ilyenek a *perigyn virágok*, pl. *cseresznye*. Még számosabb virágon a virágtengely vájtfelületű és gyakran megnyúlt palackalakot ölt, vájt felületével a mélyében eredő termővel szorosan összenő, úgy hogy a többi virágrészek, melyek itt szintén a virágtengely szűk peremén erednek, magasan a termő magháza fölé kerülnek; ily virágokat az előbbiekkal szemben *epigyn virágoknak* nevezik, pl. *hóvirág*, *nőszirmfélék* stb.

A virágtengely kialakulásánál jóval változatosabb a rajta eredő viráglevelek kialakulása; míg megjelenésük, elrendezésük és számuk mindenkor megszabja az egész virág alkotását, addig csaknem növényfajonként változó alaki tulajdonságaik, a virágnak egy és ugyanazon hivatásának betöltésére irányuló alkalmazkodásait és berendezéseit tárják szemünk elé.

A viráglevelek, hivatásukat tekintve, két főcsoportba egyesíthetők: az ivarszervek létesítésére hivatott viráglevelek és az azok megóvására, de egyéb

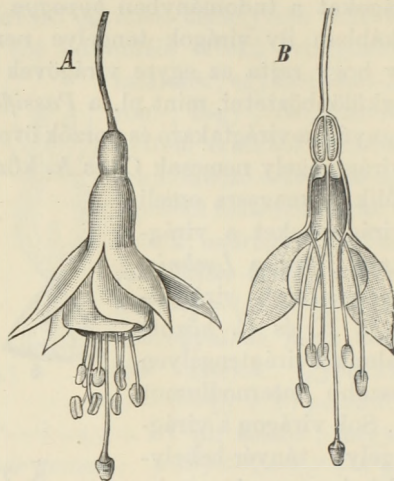


181. ábra. *Fagus silvatica*; 1 hajtása porzós és termős virágú virágzatokkal; 2 porzós; 3 termős virág; 4 felnylt kupacs két terméssel; 5 magános termés; 6 a termés átmetszete, 1, 4, 5, $\frac{1}{2}$ nagyság, 2, 3, 6, nagyítva. (Karsten.)

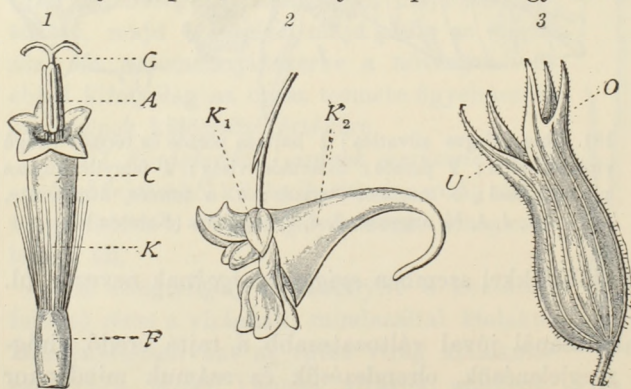
élettani és biológiai feladatok teljesítésére is hivatott viráglevelek csoportjára; előbbiek a porzók és termőlevelek, utóbbiak a különbözőkép megjelenő virágtakaró levelei.

1. *Virágtakaró*. A virágtakarót vagy lepellevelek vagy csésze- és pártalevelek, vagy csak csészelevelek vagy csak pártalevelek (szirmok) alkotják.

A leplet alkotó *lepellevelek* általában örvös állásúak, ritkábban egy körben állanak: *haplochlamydeikus virágok*; rendszerint két körben, külső és belső körben jelennek meg a virágtengelyen: *diplochlamydeikus virágok*. Számuk különböző, hol kisebb, hol nagyobb, némely fajokon csak két vagy csak egy lepellevél alkotja a lepel övét, másokon számuk tetemesen szaporodik meghasadás folytán. Van lepel, melynek tagjai közönséges szörképletek, ilyfajta lepel rendszerint megmaradó, sőt elvirágzás után is továbbfejlődik és majd a termés megóvására, utóbb mint repülőkészülék a termés terjesztésére szolgál, pl. *Eriophorum* (180. ábra); néhol a lepel apró pikkelyalakú vagy kis murvaszerű levelek alkotják, pl. *kupacsos növények* (181. ábra), *csalánfélék*, legszebb a *liliomvirágúak* virágjain, hol mindig szíromnemű, összes tagjai nagyok, lemez- vagy más alakúak és gyönyörű színekben pompáznak. Van továbbá szabadlevelű lepel, pl. *tulipán* és összenőtt lepelű lepel, pl. *jácint*. Végül megkülönböztetünk szabályos és részarányos lepet; a szabályos lepelben vagy mindkét kör tagjai, vagy csak



182. ábra. *Fuchsia globosa*. A virág színes csészével, B virág hosszanti átmetszete. Természetes nagyság. (Karsten.)

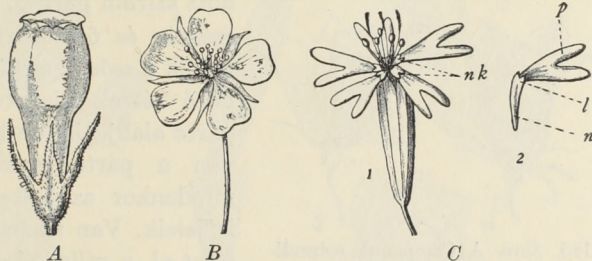


183. ábra. 1 Egy fészkesvirágú növény virága szörképletek képezte csészével K bóbíta, F alsó állású magháza, C pártája, A porzók, G bibe; 2 az *Impatiens noli tangere* csüngő virága színes nagy csészeleveleivel K_1 K_2 , az egyik K_2 sarkantyús; 3 a *Calamintha alpina* kétajkú összenőtt levelű csészéje, O felső, U alsó ajak. (Giesenhausen.)

a külső tagok egymás között és a belső tagok is egymás között teljesen egyenlők, pl. *nő-szirom*, *tyúktaréj*, *gyöngyike*; a részarányos lepelben úgy a külső, mint a belső kör tagjai között találunk lepelleveleket, amelyek mind nagyságukra, mind alakjukra és színükre nézve hol kisebb, hol nagyobb mértékben térnek el egymástól, pl. *Gladiolus*, *kosborfélék*; a sza-

bályos lepel minden irányban, de legalább is két irányban felezhető, a részarányos lepel csak egy irányban osztható két egyenlő félre. Felette érdekes és jellemző a *kosborfélék* leplek virága, melynek látszólagos felső részében a lepel-levelek gyakran összetapadva kis sisakot formálnak, alsó részében pedig a középső lepellevél, az úgynevezett *pilis*, a többiek rovására legerősebben fejlődik és kialakulásában oly rendkívül változatos, hogy egymagában határozza meg az egész virágnak feltűnő sajátos alakját.

A csészét alkotó *csészelevelek* legtöbbször szintén örvös állásúak, csak ritkán spirális állásúak; rendszerint egy körben állanak, de néhol, pl. *keresztesvirágúak*on két körben állanak a virágtengelyen. Számuk, alakjuk, szerkezetük igen változatos; leggyakoribbak a zöld levélnemű csészelevelek, ezek rendszerint széles alappal foglalnak helyet a virágtengelyen és néhol még jól kifejezett melléklevelekkel is bírnak; a szomszédos melléklevelek egymással összenöve, azután egy külső levélkört is alkothatnak, melyet külső csészének is neveznek, pl. *szamóca*, *pimpó*; ritkábban a csészelevelek murvaneműek, amidőn csak apró pikkelyek alakjában jutnak kifejlődésre, pl. *gönye*, *Lonicera*, vagy szíromneműek, midőn élénken színezettek és majd kisebb-nagyobb levéllemezalakúak, pl. *Fuchsia* (182. ábra), *Salvia splendens*, majd más alakot öltenek, pl. *sisakvirág*, *szarkaláb* stb. *Fészekvirágúak*on a csészelevelek egyszerű



184. ábra. A a *Symphytum officinale* összenőtt levelű pártája; B a *Potentilla alba* szabadszirmú virága; C a *Silene pilosa* virága (1) pártája mellékpártával (nk) bir, 2 egy szirma, n körme, l ligulája, p eresze; körülbelül természetes nagyság. (Giesenhagen.)

vagy tollasan elágazó szörképletek alakjában alakulnak ki és összességükben az úgynevezett bóbítát, *pappust* alkotják, mely elvirágzás után is megmaradva, sőt továbbfejlődve, a termés repülőkészülékévé lesz, mely felette alkalmas a termés szétterjesztésére (183. ábra). A lepelhez hasonlóan van szabadlevelű csésze, pl. *ibolya* és összenőtt levelű csésze, pl. *kankalin*; továbbá szabályos csésze, pl. *harangvirág* és részarányos csésze, pl. *pillangósvirágúak*; mindegyiknek ismét különböző formáit különböztetik meg. (183. ábra.) A csésze néhol kizárólagosan mint óvószerv szerepel, ilyen a lehulló csésze, mely már a virág felnyílásakor lefeszik a virágtengelyről, pl. a *mák* és a lehervadó csésze, mely csak elvirágzás után hervad le, pl. *boglárkafélék*, néhol azonban a csésze az elvirágzás után is megmarad, sőt továbbfejlődve eredeti alakját is megváltoztatja és azután hol a termés megóvására, hol megóvására és terjesztésére is szolgál, pl. a *páponya*, *Polygala*.

A pártát alkotó *szirmok* minden tekintetben változatosabbak a lepellevelek és csészeleveleknél (184. ábra); ha nagyobb számban fejlődnek, rendszerint spirális állásúak, pl. *vizirózsa-félék*, ha kisebb számban fejlődnek, örvös állásúak, még pedig egy körben állanak, ritkábban két körben vagy több körben. Az egy-

körű pártával bíró virágokat *egyszerű* vagy *szimpla virágoknak*, a többkörű pártával bíró virágokat *telt*, *sokréttű* vagy *dupla virágoknak* nevezik; ha a pártá kétkörű, a virágot *félígített* vagy *kétrétűnek* is mondják; néha oly módon is keletkeznek telt virágok, hogy a pártával szomszédos virágrészek, különösen a porzók alakulnak át szirmokká, pl. kertjeinkben tenyésző számos növény, mint a *rózsa*, a *mák*, a *pünkösdi rózsa*, a *Fuchsia teljes* virágjaiban. Néhol a szirmok is bírnak melléklevelekkel, ezek különböző fejlettségűek lehetnek és összességükben külön kis pártát, úgynevezett *mellékpártát* alkothatnak, pl. *Oleander*. Ha a szirmok zöldek, kicsinyek, csészelevelekhez hasonlítanak, a pártát csészeneműnek mondják, pl. *szőlő*, legtöbbször azonban a szirmok nagyok, feltűnő, élénk színűek, amikor a pártát szirmneműnek nevezik. A pártá is hol szabadszirmú, hol összenőtt szirmú; a szabad szirmoknak kisebb-nagyobb lemeze hol széles alappal, hol rövidebb-hosszabb *körömmel* foglal helyet a virágtengelyen; alakjuk igen különböző; feltűnőbb szirmok a sarkantyús, búbos, kagylós szirmok. Az össze-



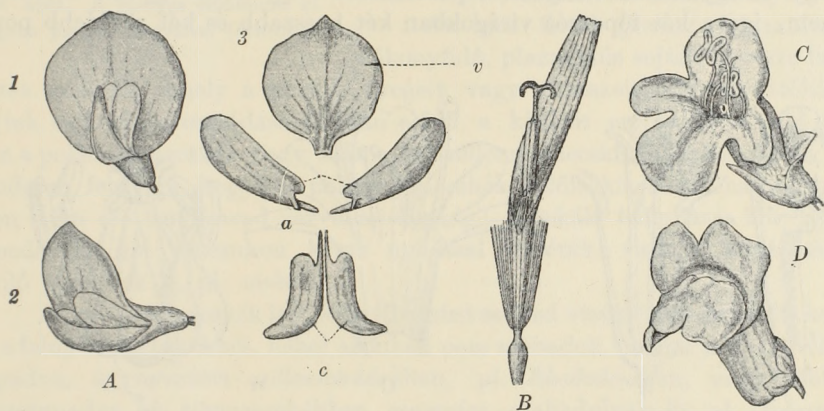
185. ábra. A *Campanula rotundifolia* virága harangalakú pártával; a egész, b felezett virág; természetes nagyság. (Karsten.)

nőtt szirmú pártán, úgy mint az összenőtt levelű csészen és összenőtt levelű leplel megkülönböztetjük a *csöves*, *torki* és *ereszes* részt, ezen különböző részek kialakulási foka szerint változik a pártá alakja is, de különösen nagy változatosság van a pártá ereszében, melynek bemetszései mindenkor az összenőtt pártá tagjainak számát is jelzik. Van részben összenőtt szirmú pártá is, mint pl. a *pillangósok*-on, hol két szirm részben összenő egymással, a többi pedig szabad marad. Végül megkülönböztetünk szabályos, részarányos és szabálytalan pártát. A szabályos pártában az összes szirmok egymás között egyenlők, ilyenek a csillagalakú, a rózsaaalakú pártá, a *keresztesvirágúak* és *szegfűfélék* szabadszirmú pártája; az összenőtt szirmú csőalakú pártá, pl. *fészkesvirágúak* csöves virágjain, a tölcsealakú pártá, pl. *maszlag*, a harangalakú pártá, pl. *harangvirágféléken* (185. ábra), a tányéralakú pártá, pl. *nefelejts* stb. Részarányos a pártá, ha szirmai különböző nagyságúak és alakúak és színükben is van eltérés; részarányos szabadszirmú pártá a sisakos pártá, pl. *szarkaláb*, a pillangós pártá a *pillangósokon*, hol a pártának nagy, felső, páratlan szirmát *zászló*- vagy *vitórlának*, két egymással teljesen egyenlő oldalt álló keskenyebb szabad szirmát *evezőknek* vagy *szárnyaknak*, két alsó, egymással részben összenőtt szirmát pedig együttesen a virág *csolnakjának* nevezik (186. ábra).

Összenőtt szirmú részarányos pártá az ajakos pártá felső és alsó ajakkal, *ajakosokon*, *Lobelián*, *Lonicerán*, az alakos pártá, pl. *tátogatókon*; a félszeres pártá *fészkesek* sugárvirágjain stb. A szabálytalan pártában a szirmok mind különböző alakúak és szerkezetűek, a pártá egy irányban sem felezhető, pl. *sikkantyú*, *Centranthus* stb (186. ábra). A pártá a virágok biológiájában igen fontos szerepet játszik, de néhol a virág elvirágzása után is megmarad, mint a fejlődő termés óvószerve, vagy közreműködik még később az érett termések terjesztésében is.

A sűrű virágzatokban a virágok takarója általában kicsiny, igénytelen, a magános virágok takarója ellenben rendszerint nagy, sőt némely tropikus fajokon tetemes, feltűnő nagyságot is elér, különösen áll ez a virág pártájára és leplére. A legnagyobb virágokkal találkozunk az élősködő *Rafflesiaceae*-n, melynek óriás virágai 80 cm átmérőt is elérnek, némely *Aristolochiaceae* virágjai körülbelül 30 cm átmérőjűek, a forró földövi kaktusz-fajokon 20—22 cm átmérőjűt lehet találni; a minálunk tenyésző növények között legnagyobb virágot fejlesztenek a *mák*, a *pünkösdi rózsza*, a *tök*, a *Datura* stb.

2. *A porzók öve*. A porzók hol kisebb, hol nagyobb számban találhatók a virágokban, ritkábban spirális állásúak, legtöbbször örvösen állanak egy, két, három és több körben; ahol egy körben jelennek meg a porzók a virágtengelyen, ott gyakran a csészelevelekkel és termőlevelekkel esnek szembe a



186. ábra. *A* Egy pillangós virágú növény virága, 1 előlről, 2 oldalról tekintve, 3 szirmlevek, *v* vitorla, *a* evezők, *c* csolnak, *B* a *Taraxacum vulgare* sugár-virága félszeres pártával; *C* a *Melissa officinalis* ajakos virága, kétajkú pártával. Körülbelül természetes nagyság. (Giesenhausen.)

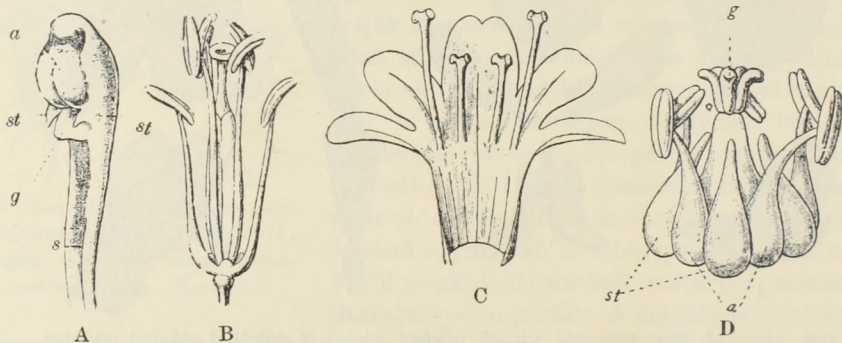
sziromlevelekkel pedig váltakoznak, ily esetben eredetileg két porzókör indult fejlődésnek, de csak az egyik, nevezetesen a külső kör fejlődött ki, míg a belső kör fejlődésében elmaradt, pl. *nőszirm*, más esetben a csészelevelekkel és termőlevelekkel váltakoznak, és a sziromlevelekkel esnek szembe, amikor a porzók övének belső köre fejlődött ki, a külső köre pedig a fejlődésben elmaradt, pl. *kankalin*; ahol két körben állanak a porzók, a külső kör tagjai szigorúan a csészelevelek fölé, a belső kör tagjai a szirmok fölé esnek, ha nem ilyen az állásuk, akkor szintén egy porzókör elmaradására lehet következtetni, mert eredetileg három porzó kör indult fejlődésnek és ezen harmadik külső vagy középső, vagy belső kör elmaradása okozója a viráglevelek megzavart váltakozó elhelyezkedésének.

A tipikusan kifejlett porzókön vékony *porzószálat* és vastkosabb *portokot* (anthera) lehet megkülönböztetni (187. ábra); a portok rendszeren két zacskóalakú félből, úgynevezett *tekából* áll, melyeket a porzószál módosult folytatása, az *ereszték* vagy *csatló* köt össze; mindegyik teka ürege vagy rekeszei a porzók legfon-

tosabb részét, a *pollenszemecskéket* vagy *mikrospórákat*, a laikusok előtt is ismeretes *virágport* tartalmazza. A porzók, melyekben pollenszemecskék fejlődnek, *termőporzóknak* nevezetnek, de találunk némely virágokban ezek mellett olyanokat is, amelyeknek portokjában virágpor nem fejlődik, ezek a *meddő porzók*, pl. *Cassia*-fajok virágjaiban, sőt vannak olyanok is, amelyeknek portok nem fejlődik és ezeket *álporzóknak* nevezzük, pl. *Parnassia*, *gémorr*-fajok (187. ábra); utóbbiak kialakulása és hivatása a legkülönbözőbb lehet. Sokszor a porzókon porzósál nem fejlődik, mint az *ülőporzókon* és gyakran a szomszédos virágrészekhez nőtt porzókon. (192. ábra.)

A porzósál rendszerint fonákalakú, de lehet más alakú is, pl. szalagalakú, szziromnemű, pl. *vízirózsafélék* virágjaiban néhol pálhákkal is bír, pl. *Amaryllidaceae*.

Egy és ugyanazon virágban a porzósálak vagy mind egyenlő hosszúak, vagy nem, így a két főporzós virágokban két hosszabb és két rövidebb porzó



187. ábra. A a *Vanilla planifolia* gynostemiuma *s* a porzósálak és bibeszál összenövése folytán keletkezett oszlop, *st* két álporzó, *a* az egyetlen fertilis porzó antherája, *g* a termőnek szabad felső része; B egy keresztes virágú növénynek virágtakarójától megfosztott virága, a szabad porzók övét két rövidebb és négy hosszabb porzó alkotja; C egy ajakos virágú növény felnyitott virága a pártához nőtt két rövidebb és két hosszabb porzóval; D az *Erodium cicutarium* virágjának belső részei: *a* fertilis porzó, *st* álporzók, *g* termő. Nagyítva.

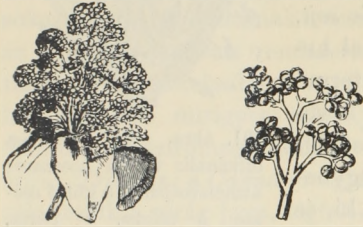
(Giesenhagen.)

található, pl. *ajakosak* (187. ábra C.), a négy főporzós virágokban van négy hosszabb és két rövidebb szálas porzó, pl. *keresztesvirágúak*. (187. ábra B) Legtöbbnyire a porzósál egyszerű, de van elágazó porzósál is, pl. *hársfa*, *Ricinus*. (188. ábra.)

A portok két tekáját összekötő ereszték legtöbbször szintén finom fonákalakú, néhol azonban szélesebb szalagalakú, kúpidomú, levélszerűleg kiszélesedett, szziromnemű vagy szélessége irányában hosszúra kinyúlt, amidőn a portok két tekája egymástól teljesen elválasztva, mintegy kétkarú emeltyűnek két végén foglal helyet, pl. *boglárfa*. Az ereszték a porzósállal különböző módon függhet össze, legérdekesebb, midőn csak egy pontjában erősül a porzósál csúcsá-

hoz, melyen azután az egész portok könnyen ide-oda mozoghat, pl. *tulipán*, *liliom*, *Pyrola* stb.

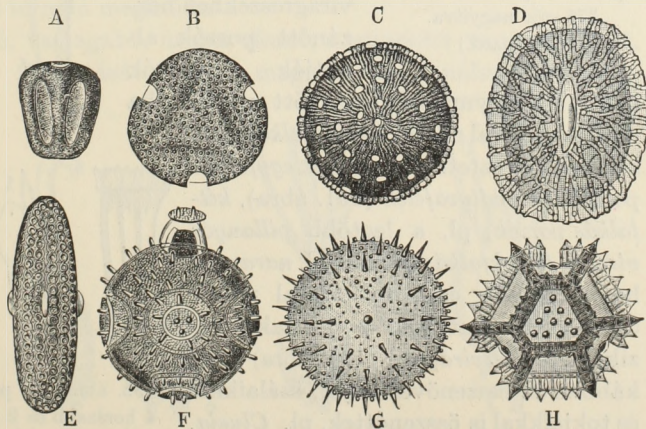
A portokot alkotó két teka általánosan kétrekeszű, ritkábban kétüregű, úgy hogy az egész portok vagy négyrekeszű, vagy kétüregű, de van kétrekeszű portok is, amidőn mindegyik tekájában csak egy-egy rekesz fejlődik, és sokrekeszű portok; ritkább az együregű portok, midőn a két teka és ürege eggyé olvad. A portok alakja és nagysága felette változó, van gömbded, kerülékes, hosszúra nyúlt, egyenes vagy különbözőkép hajlott, görbült vagy csavarodott portok. Némely virágban a portok két tekája a termő felé, tehát befelé, másokban kifelé irányul.



188. ábra. A *Ricinus communis* elágazó porzói. Nagyítva. (Emery.)

Az igen fiatal portok falzatán belül vékonyfalú, plazmadús sejtek képezte laza szövetet találunk, amely a portok üregeit vagy rekeszeit teljesen kitölti; ezen sejtek sajátságos osztódása folytán előáll a közben erősen növekedő portokban a pollenszemcskék nagy száma. A pollenszemcskék megérésével a portok rendesen felnyílik, hogy a pollenszemcskék belőle kiszabadulhassanak, csak igen ritka esetben marad zárva mindvégig; a tekák felnyílása hol hosszanti repedéssel, hol csücsukon kerek nyílással történik; vannak kopácsosan felnyíló portokok is, pl. *sóska*fa.

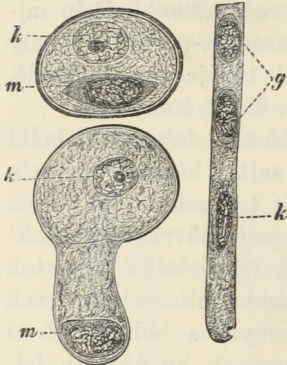
A pollenszemcskék legtöbbször mint szabad virágpor-szemcskék kerülnek ki a felnyíló portokokból, néhol azonban nem szabadok, hanem négyesével összetapadva, úgynevezett *pollentetrádokban*, pl. *Rhododendron*, vagy többesével összetapadva kis tömegecskében, *massulae*, szabadulnak ki, pl. *Ophrys*, még máshol a tekák összes pollentartalma tapad össze, úgynevezett *pollinariumot* képez, mely alsó végében rövidebb, hosszabb, alján rendszerint nyálkás, ragadós nyelecskében folytatódik és ezzel együtt kerül ki a portokból a virágot látogató rovarok közvetítésével, pl. *kosborfélék*. Az egyes pollenszemcskék mindenkor vastagabb kettős hártárával vannak körülvéve, belső részletük vékony, tiszta cellul-



189. ábra. Különböző alakú és szerkezetű pollenszemcske; A *Alopecurus pratensis*, B *Tilia platyphyllos*, C *Polemonium coeruleum*, D *Pelargonium*, E *Ruellia anisophylla*, F *Cucurbita Pepo*, G *Althaea rosea*, H *Tragopogon pratense* pollenszemcskéje. Mind nagyítva.

(Giesenhagen.)

loza-hártya, külső kutinosodott részletük majd síma felületű, majd kifelé haladó sejtfalvastagodásoktól tuskés, gödörkés, lécesfelületű, mind olyan berendezések, amelyek a megporzási folyamatban érvényesülnek (189. ábra). A pollenszemecskék tartalmát utóbb két sejt teszi, egy nagyobb *vegetatív* és egy kis csupasz *generatív sejt*, mely szabadon a vegetatív sejt tartalmában foglal helyet; ha a pollenszemecske valami úton-módon a termő

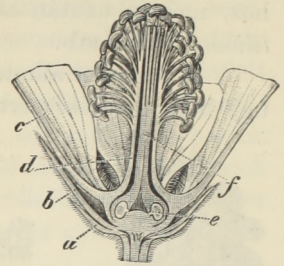


190. ábra. A *Lilium Maritimum* pollenszemecskéje, kihajtása és a pollentömlő csúcsi részlete: *k* a nagy vegetatív sejt sejtmagva, *m* a pollenszemecske generatív sejtje, *g* generatív sejtek a pollentömlőben.

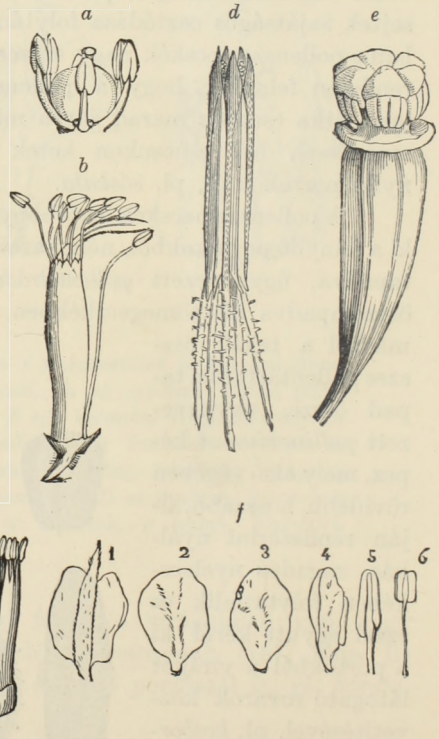
375-ször nagyítva.

(Guignard.)

övét. Az egymással összenőtt porzók, ha csak szálaikkal nőttek össze, *falkás porzók*-nak neveztetnek; vannak *egyfalkás porzók*, pl. *mályvafélék* (191. ábra), *kétfalkás porzók*, pl. a legtöbb *pillangós virágú* és *sokfalkás porzók*, pl. *narancs*; ha a porzók csak tokjaikkal nőnek össze, a porzók *együtt-porzóknak* nevezik, pl. *fészekvirágúak* (192. ábra); ritkábban az összenövés teljes, szálaikkal és tokjaikkal is összenőttek, pl. *Clusia*. A szomszédos virágrészekhez nőtt porzók lehetnek lepelhez nőtt porzók, pl. *sáfrány*, pártához nőtt porzók, pl. *kankalinifélék* és termőhöz nőtt porzók,



191. ábra. Az *Althaea officinalis* virága hosszanti átmetszetben; *a* külső csésze, *b* csésze, *c* pártá, *d* porzó öve (egy falkás porzók), *e* magház, *f* bibeszál. Nagyítva. (Berg és Schmidt.)

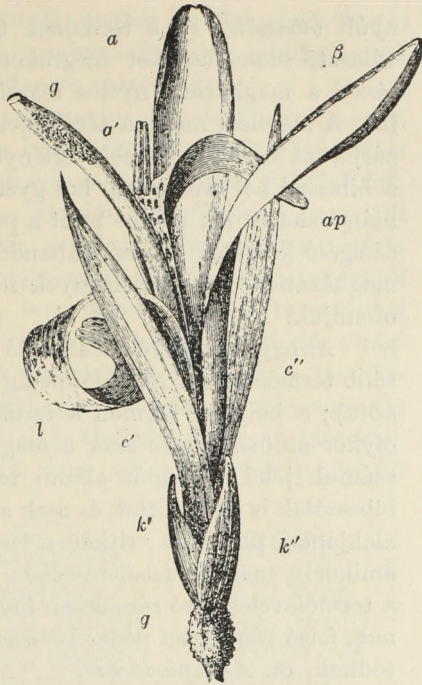


192. ábra. A porzók öve: *a* a kanálfü szabad 4 hosszabb és 2 rövidebb porzója; *b* a bükköny kétfalkás porzók öve; *c* a narancs többfalkás porzók öve; *d* a bogán csöves együtt porzók öve; *e* a farkasalmának a termőre nőtt porzók öve; *f* a szirmoknak porzókká alakulása a kerti rózsán. Nagyítva.

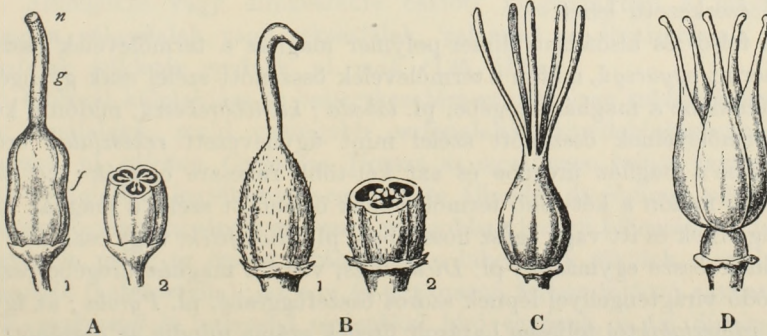
pl. *farkasalma* (192. ábra). A porzók mindig rövidéletűek, mert a virágpor kihullása után hamar elfonnyadnak vagy a virágtengelyről egészen le is hullanak; hosszabb életűek csak az álporzók és meddőporzók; utóbbiak sokszor igen hasonlítanak a termőporzókhoz, az álporzók azonban rendszerint más alkotásúak, hol pikkelyalakúak, pl. *Myrsinaceae*, hol nagyobb mirigyes pikkelyek, pl. *Parnassia*, hol szíromneműek, pl. *Canna*, (193. ábra), *Trollius*; a *Canna* virágjában az álporzók teszik a virág java, legfeltűnőbb részét, olyannyira, hogy kevésbé jártasok itt az álporzókat általában szirmoknak nézik.

3. A termőlevelek öve. A termő. A termőlevelek, ha nagyobb számban spirálisan jelennek meg a virágtengely oldalán, mindenkor külön-külön széleikkel összenőve, együregű, keskeny folytatásban végződő képleteket, termőket alkotnak (apocarpikus gynaeceum), pl. *boglárkafélék*, ha ellenben örvösen kisebb számban jelennek meg a virágtengely csúcsa alatt, legtöbbször szomszédos széleikkel egymással összenőve, közösen alkotnak egyetlenegy termőt, mely éppen a virág közepét foglalja el (syncarpikus gynaeceum), pl. *mák*. (194. ábra.)

A tipikusan kifejtett termőn megkülönböztetjük a termőnek alsó, vastagabb, üreges részét, a *magrejtőt* vagy *magházat*, a magház üregének szűk folytatását is néha magába záró fonálszerűleg meg-



193. ábra. A *Canna indica* virága: *g* alsó állású magház, *k'*, *k''* első és második csészelevelével, a harmadik nem látható, *c'*, *c''* első és második szirm, a harmadik a képen nem látszik, *a* fertilis porzó, *a'* portokjával, *ap*, *β* és *l* (labellum) álporzók, *g* bibeszál. Nagyítva. (Eichler.)



194. ábra. Termő. A 1 az *Urginea maritima* trimer termője, *f* magháza, *g* bibeszála, *n* bibéje, 2 a háromüregű magház átmetszetben; B 1 a *Viola odorata* trimer termője, 2 együregű magházának átmetszete; C a *Linum usitatissimum* pentamer termője öt szabad bibeszállal; D a *Helleborus niger* apocarp termője. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

nyúlt *bibeszál*at és a termőnek többnyire ismét kiszélesedett, felületén nedv-választó szemölcsökkel megrakott csúcsát, a *bibét*. A termőlevelek hüvelyes részei a magházat, nyeles részei a bibeszál és lemezes részei a bibét alkotják. A magház, mely a termőleveleken fejlődő magdudorokat teljesen körülzárja, az egész termőnek leglényegesebb része, azért mindenkor legfejlettebb; a bibeszál hol erősebben, hol gyengébben jut kifejlődésre, sőt sokszor egészen hiányozhatik is; a bibe mint a pollenszemecskék felfogására és megragadására szolgáló készülék, szintén állandó és fontos része a termőnek. Ritkán a termő magházában magkezdemények nem fejlődnek és akkor a termőt meddőnek mondjuk.

Az egy termőlevélből alakuló termőt a tudományban *monomer*, a két, három, több termőlevélből alakulót pedig *dimer*, *trimer*, *polymer* termőnek nevezik (194. ábra); a polymer termőn a termőlevelek összenövése nem mindenkor teljes, olykor az összenövés csak a magházra terjed, a bibeszálak és bibék szabadok, számuk jelzi a termőt alkotó termőlevelek számát, pl. *mécsvirág*, máskor a bibeszálak is összenőttek és csak a bibék szabadok kisebb-nagyobb bibekarélyok alakjában, pl. *liliom*; ritkán a termőlevelek csak legalsó részeikkel nőnek össze, amikor a magház felső részében nyitva marad, pl. *Reseda*, és még ritkábban a termőlevelek alsó részükben külön-külön összenöve, külön magházakat alkotnak, felső részükben pedig közösen összenöve, közös bibeszál és bibében folytatódna, pl. *Asclepiadaceae*.

Hypogyn virágokban a termő magháza *felsőállású*, mert a többi virág-részek fölött áll, perigyn virágokban *középpállású*nak mondják, epigyn virágokban pedig *alsóállású* a magház.

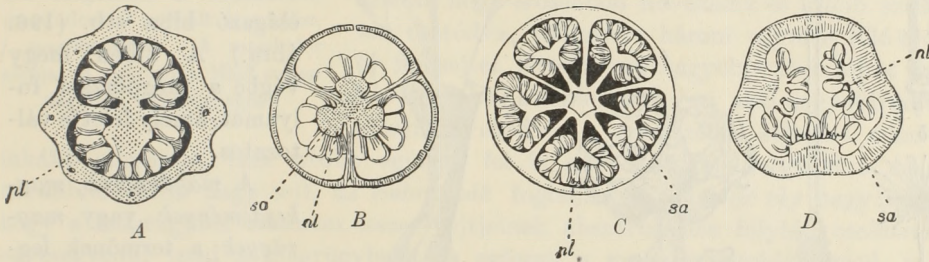
A felsőállású monomer magház általában együregű, pl. *borsó*, ritkábban a magház belső falazatából eredő hosszanti vagy haránt válaszfalaktól több állüregre vagy kamrákra osztott, pl. *Astragalus*, *Cassia fistulosa*; a magdudorok többnyire a termőlevél két szélének összenövési helyén kissé benyúló lécen, az úgynevezett *maglécen* fejlődnek, de néhol nagy számban a termőlevélnek csaknem egész felületén keletkeznek, pl. *virágos káka*, vagy csak a főér felületének mentén jelennek meg, pl.: *vízirózsafélék*. Az alsó állású monomer magház hasonló szerkezetű lehet.

A felső- és alsóállású dimer-polymer magház a termőlevelek összenövési foka szerint *együregű*, midőn a termőlevelek összenőtt szélei csak gyengén vagy alig nyúlnak be a magház üregébe, pl. *laboda*; *két-többrekeszű*, midőn a két vagy több termőlevélnek összenőtt szélei mint úgynevezett *rekeszfallak* erősebben nyúlnak be a magház üregébe és azt két-több rekeszre osztják; *két-többüregű* a magház, midőn a két-több termőlevélnek összenőtt szélei a magház üregének közepéig érnek és itt vagy egész hosszában, pl. *liliomfélék*, vagy csak alsó részükben nőnek össze egymással, pl. *Dictamnus*, vagy a magház üregébe oszlopként folytatódó virágtengellyel lépnek szoros összefüggésbe, pl. *Pyrola*; az így keletkezett, *válaszfalaktól* teljesen határolt üregek száma mindig az összenőtt termőlevelek számát jelzi (195. ábra).

Vannak *két-több álrekeszű* és *két-több álüregű* magházak is; ilyenekben a termőlevelek középsíkjától indulnak *álrekeszfallak*, illetőleg *álválaszfalak* a

magház üregébe, és így a pl. már üregekre osztott magház minden egyes üregét ismét álrekeszekre osztják, pl. *len*, melynek magháza ötüregű, minden egyes üreg pedig egy-egy álrekeszfaltól két-két álrekeszre osztott stb.

Mindezekben a különböző szerkezetű di-polymer magházakban a magkezdeményeket fejlesztő maglécek megjelenése igen különböző. Az együregű polymer magházban a maglécek mindig a termőlevelek összenövési helyein keletkeznek, még pedig vagy az összenövés egész hosszában, amidőn a magdudorok hosszanti sorokban jelennek meg a magház belső felületén, pl. *ibolya*, vagy csak a magház aljában, amikor a magdudorok sokszor a virágtengely kiszélesedett csúcsából látszanak eredni, pl. *keserűfű*; ritkábban a termőlevelek összenőtt széleiből alakuló maglécek a magház üregébe központi oszlopként folytatódó virágtengelyre ráhúzódnak és akkor a magdudorok tengelyállásúak, de nem tengelyszármazásúak, pl. *kankalinfélék*. A két-többrekeszű magházban mindenkor a termőlevelek összenőtt szélei képezte rekeszfalak élei alakulnak maglécekké. A két-többüregű magházakban a magdudorok vagy az egyes üregek középső



195. ábra. Termők harántmetszetei: A Lobelia, B Diapensia, C Rhododendron, D Passiflora, pl placenta, sa magdudorok. Nagyítva. (Le Maout és Decaisne.)

szögleteiben keletkeznek, pl. *liliomfélék*, vagy a válaszfalakat alkotó, középen összeérő szélei a termőleveleknek ismét szétválva, az üregekbe bekunkorodnak, és bekunkorodó éleik lesznek maglécekké, pl. a *tökfélék* többüregű magházában a maglécek (placenta) számos magdudoraival a központi oszlopon látszanak eredni. Álüregekre vagy álrekeszekre osztott magházakban a magdudorok általában a válaszfalak vagy rekeszfalak, valamint az álválaszfalak, illetőleg álrekeszfalak felületén erednek, pl. *mák*. (195. ábra.)

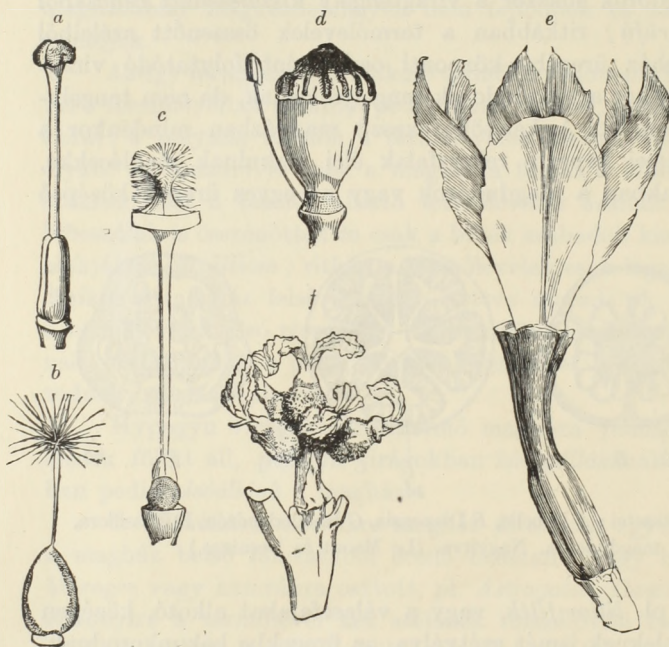
A bibeszál külalakjára és belsejére szintén igen sokféle lehet; majd vékony fonáلالakú, majd vastagabb oszlopalakú; rövidebb-hosszabb, néhol igen hosszú, pl. *sáfrány*, *Cactaceae*. Hossza az ugyanazon fajhoz tartozó összes egyének virágjaiban legtöbbször egyenlő és állandó, de vannak növényfajok, melyeknek bizonyos egyénein az összes virágokban hosszú bibeszálakat találunk, más egyénein pedig az összes virágokban a bibeszálak rövidek maradnak, pl. *kankalinfélék* (*heterostylia*); az egy és ugyanazon fajhoz tartozó egyének tehát kétfélék, *makrostyl* és *mikrostyl* virágokkal bíró egyének, a faj *dimorph* vagy *heterodistyl* faj; vannak *trimorph* vagy *heterotristyl* fajok is, ezeket *makrostyl*, *mesostyl* és *mikrostyl* virágú egyének teszik, pl. *Lythrum*. Monomer termő mindenkor egyetlenegy egyszerű bibeszálban folytatódik, polymer termő ellenben

majd egynél több egyszerű bibeszállal bír, pl. *szegfű*, majd szintén csak egyetlenegy, de összetett bibeszálban folytatódik, mely végén gyakran elágazik, pl. *ajakosak*, *nószírom*. Némely epigyn virágban, pl. *kosborfélék* virágában a bibeszál a szomszédos porzósálakkal nő össze és azokkal vastagabb központi oszlopot képez.

A bibe mint ülő bibe közvetlenül a magház csúcsából alakul, pl. *tulipán*, a bibeszálon pedig általában szintén csúcsállású, ritkábban oldalt fejlődik a bibeszálon vagy karélyain, pl. *nószírom*; könnyen felismerhető szemölcsös felületéről, mely többnyire ragadós nedvet választ ki a virágpor megragadására

és kihajtatására. Monomer termőkön egyszerű, polymer termőkön gyakran elágazó, karélyos; alakja különböző: van gömb-, tányér-, pajzsalakú bibe, fonálszerű, ecetszerűen elágazó bibe stb. (196. ábra.) A bibén megy végbe a megporzási folyamat, amely felette változatos.

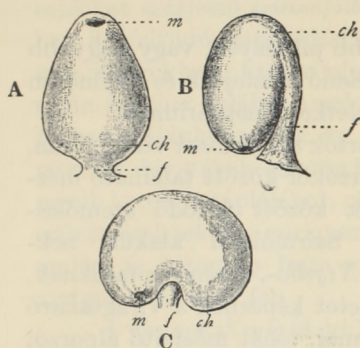
A *magdudorok*, *magkezdemenyek* vagy *magrügyek* a termőnek legfontosabb részei. Kezdetben mint apró szövetdudorok a maglécek felületén jelennek meg és csupa osztódó sejtekből állanak. Gyorsan gyarapodnak és csakhamar teljesen ki is alakulnak. A teljesen kifejlett magkezdemény továbbdad-elliptikus szövet-



196. ábra. Termők különféle bibével a a lilium termője gömbded bibével; b a *Parietaria* termője ecetszerű bibével, a télizöld termője kefeszerű bibével; d a pipacs termője pajzsszerű bibével; e a nőszírom sziromszerű bibéje; f a diófa több termője kiterült bibével. Körülbelül természetes nagyság.

test; középső részét alkotja a *magkezdemény bele*, ezt övedzi köröskörül a többsejtrétegű *magrügyburok*, mely majd egyszerű, majd kettős: *külső* és *belső magrügyburok*, ritkán nem fejlődik burok, a magkezdemény csupasz; a magkezdemény alsó kiszélesedő részét, mely fölött a burok vagy burkok erednek, a *magkezdemény alapjának* nevezik, ennek keskeny, nyélszerű folytatását pedig, melylyel a magrügy a magléchez erősül, *magkezdeményzsinórnak* mondják; néhol ez hiányzik és a magkezdemény közvetlenül az alapjával foglal helyet a maglécen: *ülő magkezdemény*; a magrügyalapnak azon helyét, melyen ez a magrügyzsinórban folytatódik, vagy ezzel közvetlenül a maglécen ül, *köldöknek* nevezik, innen a magrügyzsinórnak gyakoribb elnevezése: *köldökzsinór* is. A magrügyburok vagy burkok nem zárják be teljesen a magrügybél, hanem

a magrügy csúcsa felett mindig kis csatorna marad, mely egyenesen a magrügy csúcsára vezet; ezen kis csatornát a tudományban *mikropyle*nek nevezik. Meg-

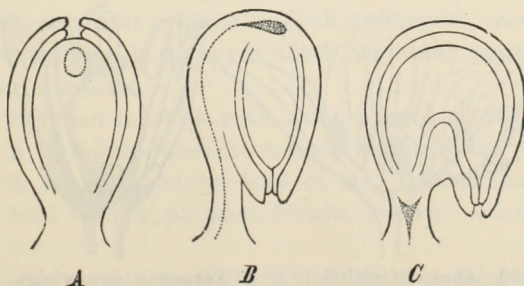


197. ábra. Magdudorok: *A* egyenes magdudor, *B* visszafordult magdudor, *C* görbült magdudor, *f* magrügyzsinór, *ch* magdudor alapja, *m* mikropyle. Mind erősen nagyítva. (Giesenhagen.)

különböztetünk *egyenes magrügyet*, melyen a magrügyből egyenes, a magrügycsatorna a magrügyzsinórral egy vonalba esik; *görbült magrügyet*, melyen a magrügyből hajlott, görbült és *visszafordult magrügyet*, melyen a magrügy alapja hajlik visszafelé, úgy hogy egész hosszában a magrügyzsinórhoz nő és csatornájának nyílása a magléc felé irányul (197. és 198. ábra).

Már a magrügyburok fejlődésekor a magrügyből meristemátikus szövetében egy sejt vagy egy kis sejtszövet válik ki; ezen sejt vagy sejtek osztódva több fióksejtet létesítenek, de közöttük általában csak egy, ritkábban több tűnik ki azáltal, hogy erősebben növekedik és utóbb szintén osztódva, többnyire három egymás fölé eső új fióksejtet létesít, egy nagyobb alsó sejtet és két föléje eső kisebb sejtet; az alsó nagyobb sejt erősen növekedve, a szomszédos sejteket mindinkább elnyomja, ezek utóbb egészen fel is szívódnak, és helyüket a még továbbnövekedő nagy sejt, az *embriózsák* foglalja el; néhol ez oly nagy lesz, hogy a magrügyből csaknem összes sejtjeinek abszorbeálása folytán csaknem egyesegyedül teszi a magrügybelet és egészen a magrügyburokig terjed, pl. *Papilionaceae*, sőt némely növényen még a magrügy csúcsán túl is növekedik, vagy a magrügyalapon át a magrügyzsinórban egészen a maglécig ér. Az embriózsák kialakulása közben tartalmában mindenkor nevezetes folyamatok mennek végbe, ezeknek a folyamatoknak főeredménye pedig a női ivari készülék megjelenése az embriózsák felső részében, közvetlen a magrügycsatorna alatt, hol utóbb női ivarjellegű eleme, a petesejt készen várja a magrügycsatornán át feléje hatoló pollentömlő hímivarjellegű, őt megtermékenyítő elemét. Bekövetkezik a termékenyítési folyamat, melynek befejeztével a virág pompájának is vége, helyén egy új növényi rész, a *termés* kezd kialakulni.

4. *Segédszervek.* A virágtakarón, porzókon és termőn kívül számos virágban oly szerveket is lehet találni, melyeknek különleges hivatásuk van a virágok biológiájában, ezek a szervek a *méztartók* vagy *mézfejtők*, *nektáriumok* (199. ábra); arról nevezetesen, hogy dús cukortartalmú nedvet választanak ki és így a virágokat látogató



198. ábra. Magdudorok hosszanti átmetszetben: *A* egyenes, *B* visszafordult, *C* görbült magdudor. Vázlatosan nagyítva. (Karsten.)

és a virágport széjjelhordó állatoknak, különösen rovaroknak mintegy csalogatására szolgálnak.

A nektáriumok külső alakja, szerkezete és megjelenési módja a virágban felette változó.

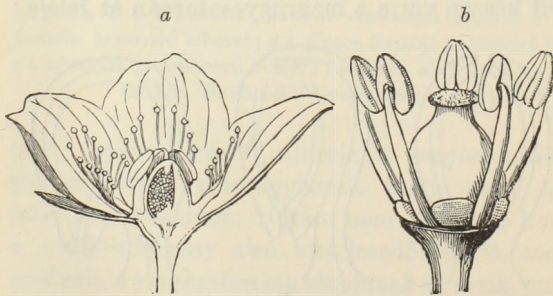
Legszembetűnőbbek a mirigyek, kisebb-nagyobb pikkelyek, vagy nagyobb levélképletek alakjában a virágtengely oldalán megjelenő mézfejtők és különösen a más virágrészeknek teljes átalakulása folytán keletkező nektáriumok.

Ilyenek a mirigyszerű vagy pikkelynemű méztartók az *ajakosok* virágjaiban, hol a termő alatt jelennek meg; a belső és külső porzókör között található méztartók a *keresztesvirágúak*-on, a porzók és szirmok között fejlődő szemölcszerű kiemelkedések a *rezeda* virágjaiban stb. Szirmokból alakult nektáriumai vannak a *hunyor*, a *sisakvirág*, *Eranthis*-, *Nigella*-, *Anemone*-fajoknak, ahol ezek a segédszervek rendszerint mintegy átmenetet képeznek a virágtakaró és a porzók öve között; porzókból alakult nektáriumai, tehát mézfejtő álporzói vannak a *Parnassia*-nak; a *dinnyefajok* ♂ virágjaiban a termőlevelek átalakulásából származó nektáriumokat találunk, a ♀ virágjaiban pedig porzókból alakult nektáriumok vannak.

Természetes, hogy ilyen, más viráglevelekből alakult mézfejtők a legkülönbözőbb alakúak, sőt gyakran még ugyanazon virágban is változik külső alakjuk és szerkezetük.

Némely virágban a nektáriumok virágtengelyi képződmények, így a ♂, virágokban gyakran a virágtengely csúcsa alakul mézfejtővé, pl. a *juharon*, máskor a virágtengelynek a porzók és termő közötti része lesz nektáriummá pl. *Anacardiaceae*, vagy a porzók körén kívül találunk a virágtengelyen gyűrűs vagy félkorongalakú duzzadást, úgynevezett *discust*, melynek sajátos felülete mézet választ ki, pl. *Capparidaceae*, ilyen discusképletek a C. és K. között is, sőt még a virágtakarón kívül is fejlődhetnek, pl. *ernyősök*, *somfélék*.

Nem ritkák olyan mézfejtők sem, amelyek a különböző viráglevelek különböző részein jutnak kifejlődésre, mint a gödrös méztartók a lepelleveleken,



199. ábra. Mézfejtők: *a* a *Parnassia* egy virága hosszant metszve mézfejtő álporzókkal és termőporzóval, *b* a szőlő porzói és termője a mézvásztókkal.

Nagyítva.

pl. *császárkorona*, szirmokon, pl. *boglárka*, a sarkantyus mézfejtők a csészeleveleken, pl. *Biscutella*, a lepelleveleken, pl. *Orchis*, a szirmokon stb. Némely virágok csészeleveleinek, szirmainak sarkantyus függelékében szintén találunk mézet, de ez gyakran nem itt a sarkantyúban fejlődik, hanem a virágnak más helyén megjelenő mézfejtőkből folyik le és gyülemlik össze a sarkantyú mélyében, pl. *ibolya*. Mézfejtőkkel bírnak néhol a porzók és méz-

mirigyes lehet a termő is, pl. *liliumfélék*. A nektáriumos virágokban a virágtakarónak egyes vagy összes tagjai többnyire szembetűnő, élénkebben színe-

zett foltokat, csíkokat és hasonló rajzolatokat mutatnak, amelyek állítólag a virágot látogató és mézet kereső rovarok figyelmeztetésére, kalauzolására szolgálának, ezeket a nektáriumokat mintegy jelző rajzokat mézjelző *szíromfoltok*-nak nevezik. Azonban ily feltűnő szineződéseket nemcsak nektáriumos virágokban, hanem olyan virágok virágtakaróján is lehet találni, amelyek a nektáriumoknak teljesen hiányuk vannak és itt *álszíromfoltok*-nak nevezik hivatásuk szintén jelzés volna, jelölnének egyéb keresett táplálékot, pl. virágport, dús nedvű szövetrészeket, mirigyszőrők váladékát stb., amiért is bizonyos fajta rovarok éppen az ilyen virágokat keresik fel.

A virágokat mézükért látogató rovarok nevezetes közvetítői a termékenyítő folyamathoz szükséges megporzási folyamatnak, és ezért a mézet fejtő szervek lényeges segédszervei a virágoknak.

IV. *Virágformák.* A virágok formája, alakja függ egyrészt a virágszerkezettől, a virágrészek számától és helyzetétől, másrészt a különböző virágrészek alkotásától is.

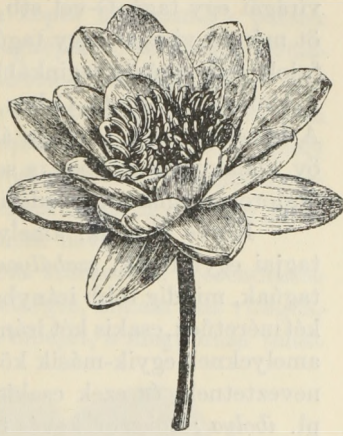
Mint már más helyen említém, a virágrészek legtöbbször örvös állásúak, ritkábban spirális állásúak. Virágok, amelyekben az összes virágrészek spirális állásúak, *körtelen* vagy *acyklikus virágok*, pl. *vízirózsafélék* (200. ábra), *Magnoliaceae*; oly virágokat ellenben, amelyekben a virágrészek mind örvösen állanak, *körkörös* vagy *cyklikus virágoknak* nevezünk, pl. *liliomfélék*. Vannak *félkörös* vagy *hemicyklikus virágok* is, ezekben a virágrészek egyik fele, nevezetesen a virágtakaró tagjai örvös állásúak, a virágrészek másik fele, a porzók és termőlevelek spirális állásúak, pl. *boglárkafélék*.

A körtelen és félkörös virágok főleg a virágtengely megnyúlása és a rajta megjelenő viráglevelek elhelyezkedésének különbsége szerint változnak; különben is ritkább virágok. Annál változatosabb a körös virágok szerkezete, mert itt nemcsak a virágrészek köreinek száma, de az egyes körök tagjainak száma is lényegesen módosíthatja a virág alkotását.

A tipikusan kifejlett körös virágban a körök száma *négy*, kettő a virágtakaróra, egy a porzókra és egy a termővé összenőtt termőlevelekre esik, pl. *burgonyafélék*, de vannak *egy körű*, *két körű*, *három körű* és még gyakrabban *öt körű*, ritkábban *hat körű* és *több körű virágok*, pl. *fűzfa*, *körösfű*, *juharfa*, *liliom*, *babérfű* stb.

A virágkörök tagjainak száma szerint megkülönböztetünk két méretű, három, négy, öt, hat, hét, sok méretű virágot, aszerint amint a körökben a tagok száma kettő pl. *Dicentra*, három pl. *Tulipa*, négy pl. *buzérfélék*, öt pl. *kankalin*, hat pl. *Lythrum*, hét pl. *Trientalis*, sok pl. *Sempervivum*.

Ha valamely virágban az összes körök tagjainak száma egyenlő, a virágot *egyenlő méretűnek* mondjuk, ha ellenben a különböző körökben a tagok száma



200. ábra. A *Nymphaea alba* körtelen virága. Kisebbitve. (Duchartre.)

különböző, a virág *egyenlőtlen méretű*. Egyenlőtlen méretű lesz a virág vagy *kevés tagúság* vagy *sok tagúság* folytán. Kevés tagúság különösen gyakori a G-ben, pl. *Violaceae* öt méretű virágjai három tagú G-vel bírnak, *Papilionaceae* öt méretű virágai egy tagú G-vel stb. ; ritkább az A-ban és az A- és G-ben, pl. *Labiatae* öt méretű virágai négy tagú A-val stb., vagy a C- vagy a K-ban, pl. *Veronica*-fajok. Sok tagúság leginkább az A-ban észlelhető, pl. *mákfélék*, *keresztesvirágúak* ; ritkábban található G-ben, pl. *mályvafélék* és még ritkábban a C- és K-ban. A kevés tagúság okozója általában egyes tagoknak teljes elmaradása az egész öv kialakulása közben, a sok tagúságot pedig rendszerint a fejlődő viráglevél-dudorok meghasadása idézi elő.

Körös virágok, amelyeknek az egy és ugyanazon körhöz tartozó összes tagjai egyformák, *szabályos virágok* ; az ilyenek, ha köreik legalább is három tagúak, mindig több irányban oszthatók két egyenlő félre, pl. *liliomfélék*, ha csak két méretűek, csakis két irányban felezhetők, pl. *Dicentra*. Körös virágok ellenben, amelyeknek egyik-másik körében a tagok nem egyformák, *részarányos virágoknak* nevezetnek, és ezek csakis egyetlenegy irányban oszthatók két egyenlő félre, pl. *ibolya* ; sokszor kevés tagúság vagy sok tagúság folytán lesz a virág részarányos, legtöbbször azonban a kevéstűagság vagy soktagúság az amúgy is részarányos virágok sajátossága, pl. *pillangósak*, *ajakosak*. Végül vannak virágok, amelyekben a körök, vagy csak egyetlenegy körnek összes tagjai különböző alkotásúak és ennek folytán a virág egy irányban sem osztható két egyenlő félre, ily virágokat *szabálytalan* vagy *asymetrikus virágoknak* nevezünk, pl. *Canna* (193. ábra), *Centranthus* stb.

Szabályos vagy részarányos vagy szabálytalan virágok különböző növényeknek állandó és jellemző tulajdonságai, azonban vannak növények, amelyeken szabályos és részarányos virágokat is találunk, különösen gyakori e jelenség a sűrű virágzatokkal bíró növényfajokon, pl. *fészkesvirágúak*, hol némely fészkesvirágzat központi csöves virágjai szabályosak, kerületi félszeres virágai ellenben részarányosak, *ernyősvirágúak*, *Viburnum* stb.

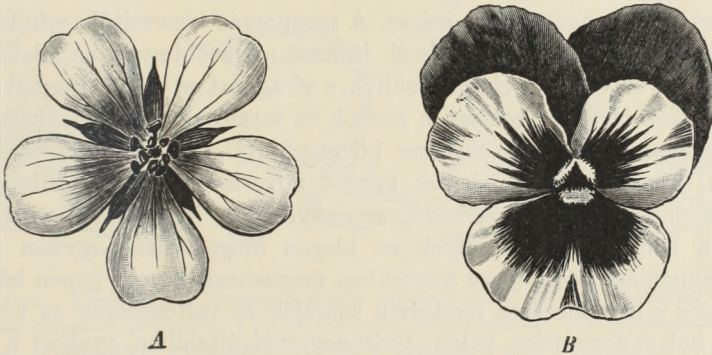
V. A virágok feladata, virágberendezések. Megporzási folyamat. Mikor a virág teljes pompájában díszlik, benne nevezetes folyamatok mennek végbe : a virágpor a termő bibéjére kerül, innen pedig a pollenszemecskéből fejlődő pollentömlő a magrügybe hatol, hogy termékenyítő elemével a magrügyben levő petesejtet megtermékenyítse, aminek következménye, hogy a magházból termés és a magrügyből mag keletkezik ; ez feladata minden virágnak a faj fenntartása és szaporítása céljából.

Mindenhol a legkülönbözőbb alkalmazkodások és berendezések segítik elő a növények ezen főfeladatának teljesítését, amelyre egész életfolyamatuk irányul, de legváltozatosabbak a berendezések a virágokban, hol a növényi élet legfontosabb folyamataiban a megporzási folyamatban és az ezt követő termékenyítési folyamatban közvetlenül érvényesülnek.

A virágok nyílása egymagában már oly berendezkedés, mely egyenesen ezen főcél elérésére irányul, bár vannak virágok, amelyek sohasem nyílnak, hivatásukat azért mégis betöltik, mert ezekben is gondoskodva van arról, hogy bennük ezek a legfontosabb életfolyamatok végbemehessenek.

A zárt vagy *kleistogam virágok* mindig hímnősök, a bennök fejlődő virágpor a felnyíló portokból könnyen a közelben levő bibére kerül (*chasmatherás virágok*), pl. *ibolyafajok*, sőt ha a portokok fel sem nyílnak, a megérett pollenszemecske tömlője, amely ilyenkor már a portokban képes kihajtani, a portok falazatát átfúrva a bibe felé nő, és bekövetkezik a magképzésre szükséges termékenyítési folyamat (*kleisantherás virágok*), pl. *Tephrosia*; vannak olyan zárt virágok is, amelyekben a portokok felnyílnak ugyan, de a pollenszemcskék nem hullanak ki belőlük, hanem szintén a portokból hajtanak pollentömlőt, mely a bibe felé nő (*pseudochasmantherás virágok*), pl. *ne nyúlj hozzám*. Mindezen esetekben egy és ugyanazon virág pollenszemcskéi megporozzák ugyanazon virág termőjét, a megporzást *magabeporzásnak*, *autogamiának* nevezik.

Nyíló vagy *chasmogam virágokban* a virágok szerkezete, berendezése következtében magamegporzás legtöbbszörre nem lehetséges, hanem más virágokból származó pollenszemcskék porozzák be a termő bibéjét, a megporzás tehát



201. ábra. A a *Geranium sanguineum* körös szabályos virága, B a *Viola tricolor* körös részarányos virága. Természetes nagyság. (Karsten.)

idegen megporzás, allogamia. Néhol a virágok berendezése olyan, hogy magamegporzás és idegen megporzás is lehetséges, majd az egyik, majd a másik meg végbe, de az általános tapasztalat szerint az idegen megporzás mindig eredményesebb, mint a magamegporzás és innen van, hogy a legtöbb nyíló virágban oly berendezéseket találunk, amelyek az idegen megporzás elősegítésére és a magamegporzás meggátolására irányulnak.

Magamegporzás lehetséges minden oly nyíló hímnős virágban, melyben a porzók és termő egyidőben érnek, és a virágnak szerkezete is olyan, hogy a kihulló virágpor könnyen a bibére kerülhet; ily *auto-homogam virágok* pl. a *Fritillaria*, *Crocus*-fajok virágai, amelyekben a portokok felnyílásuk előtt közvetlenül a bibére simulnak, a *Galanthus*, *Soldanella* lecsüngő virágai, amelyekben a virágpor a felnyíló portokokból éppen az alattuk levő bibére esik, a *Syringa* virágai, melyekben a magasabban álló portokokból a virágpor a pártá szűk, sima csövének belső felületén egyenesen a mélyebben fekvő bibére csúszik stb.; a virágberendezéseknek egész sorát lehetne felemlíteni, melyek a magamegporzást lehetővé teszik, de másrészt az idegen megporzást sem gátolják. Érdekes, hogy

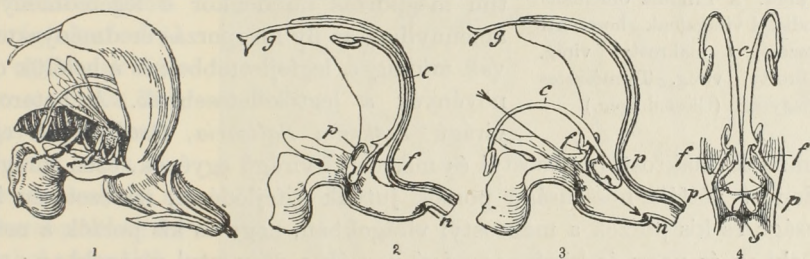
magamegporzásra alkalmas nyíló virágokkal bíró növények némely vidéken vagy termőhelyeken nem magamegporzásra, hanem kizárólag csak idegen megporzásra alkalmas virágokat létesítenek, vagy pedig ilyen kétféle szerkezetű virág, időszakonként egymást felváltva, jelenik meg egy és ugyanazon fajhoz tartozó egyéneken. A magamegporzás vagy pusztán a portokok és bibe kölcsönös helyzeti viszonyának egyenes következménye, és semmiféle idegen behatások alatt sem következik be, vagy pedig csakis idegen behatásoknak eredménye pl. rovarok közvetítésével történik : *direkt-indirekt autogamia*.

Idegen megporzás csakis nyíló virágokban lehetséges ; ha egy és ugyanazon egyén különböző virágai között megyen végbe, az idegen megporzást a tudományban *geitonogamiának* mondják, ha ellenben különböző egyének virágai között történik a megporzás, *xenogamiának* mondják. Egylaki növényeken, amilyenek az androgynikus, a gynomonoikus, az andromonoikus és trimonoikus növények, geitonogamia és xenogamia is lehetséges, kétlaki növényeken, amilyenek a dioikus, a gynodioikus, az androdioikus és trioikus növények, ellenben csakis xenogamia lehetséges. A megporzás közvetítője mindezen növényeken hol a víz, hol a levegő (szél, légáram), legtöbbször az állatok, főleg a rovarok, amelyek virágról virágra szállva, a virágport az egyik virágból a másikba hurcolják. Kétivarú virágokban a porzók és termő együttes megjelenése egyenesen a magamegporzásra engedne következtetni, azonban ez csak bizonyos esetekben, bizonyos körülmények között következik be, legtöbbször itt is az idegen megporzás az uralkodó, amennyiben a legtöbb kétivarú virágnak olyanok a berendezései, amelyek az idegen megporzást nagyban elősegítik, a magamegporzást pedig nagy mértékben megnehezítik vagy éppen lehetetlenné teszik. Ezek a berendezések rendkívül sokfélék és változatosak és hol geitonogamiára, hol xenogamiára valók. Geitonogamia általában gyakori a *fészkesek* és az *ernyősök* körében, hol a virágok igen nagy számban és sűrűn egymás mellett foglalnak helyet a virágtengelyen és a külön berendezések egyenesen a szomszédos megporzás bekövetkezésére valók, mint pl. a bibekarélyok áthajlása a szomszédos virágokban nyíló portokok fölé, a virágok kinyílási sorrendje, a porzónak a termőnél korábbi megérése stb.

A különböző időben érő ivarszervekkel bíró virágokban, az úgynevezett *dichogam* virágokban, legtöbbször xenogamia következik be ; vannak *nőelöző* és *hímelőző virágok* ; előbbieken a porzók, utóbbiakban a termő lesz előbb éretté. Nőelőző virágai vannak pl. a *mályvaféléknek*, ahol a kinyíló virágok tiszta hímvirágoknak látszanak, miután a porzók öve a még ilyenkor fejletlen bibéket csaknem teljesen elfödi ; később a portokok felnyílása és kiürítése után a bibék mindjobban kiemelkednek és végül a portokok teljes hervadásakor csakis a szétálló bibék foglalják el a virág közepét, úgy hogy a virágok ilyenkor tiszta női virágoknak látszanak (191. ábra). A megporzás ily virágokban természetesen csakis más fiatalabb virágokból származó virágporral történhetik meg, amelyet a mályvavirágokat felkereső rovarok virágról virágra hurcolnak. Hímelőző virágok általában ritkébbak, a megporzás bennök csak úgy lehetséges, hogy idősebb virágok virágpora kerül fiatalabb, azaz későbben nyíló virágok termőjének bibéjére, pl. *fűfélék*.

Az egyidőben erő ivarszervekkel bíró virágokban, vagy *homogam virágokban*, a berendezések, amelyek a magamegporzást gátolják vagy legalább megnehezítik, az idegen megporzást ellenben nagy mértékben elősegítik, legfeltűnőbbek és legváltozatosabbak.

Számos növény virágai oly szerkezetűek, hogy bennök a porzók és termő kölcsönös helyzeti viszonyánál fogva legtöbbször csak idegen megporzás lehetséges, direkt magamegporzás soha, indirekt magamegporzás pedig csak ritkán következik be; ilyen úgynevezett *herkogam virágokkal* bír pl. a *mezei zsálya* (202. ábra), amelynek kétajkú virágjaiban a kétágú bibe többé-kevésbé a felsőajakból emelkedik ki, két porzója pedig olyan szerkezetű, hogy rövid porzószálon a csatló kétkarú emeltyűt utánozva, hosszabb karjának végén virágporos tekát visel, rövidebb karján pedig tekája meddő kiszélesedett képletté alakult, a két porzó tokjának virágporos zacskói a felső ajakban rejtőznek, meddő felei pedig ezen kiszélesedett képletek alakjában a párta csövét zárják el; a



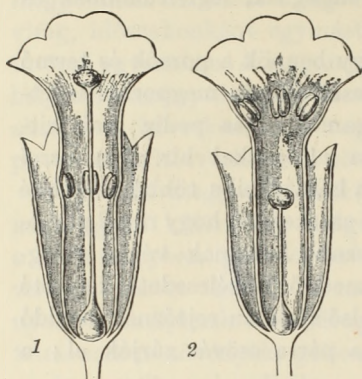
202. ábra. A megporzási folyamat a *Salvia pratensis*-en. 1 Méhtől látogatott virág, 2 virág hosszanti metszetben *f* porzó, *c* a porzó hosszú csatlója, *p* a porzónak meddő lemeze, *n* mézmirigy, *g* bibeszál a bibével, 3 ugyanez, a méh látogatásakor a porzó helyzetét mutatja, 4 virág előlről tekintve. Természetes nagyság. (Wossidlo.)

virágba szálló rovarok a virágok alján levő mézfajtók felé iparkodva, önkénytelenül a porzónak meddő, rövidebb karjaira nehezdednek, de e pillanatban a virágporos zacskókat viselő két hosszabb kar a felső ajakból kibillen és éppen virágporos tekájával a mézet kereső rovar hátára csap, és így a kihulló virágport a rovar hátára rakja; a virágporral megrakott rovar most más virágban is keres mézet, de amint a virágra száll, virágporos hátát önkénytelenül a felső ajakból kinyúló bibére horzsolja és így a megporzást teljesíti. Más *herkogam* virágokat találunk az *ibolyaféléken*, *kosborféléken* stb.

Felette érdekesek és vonzóak azok a leírások, amelyek a különböző fajta *herkogam* virágoknak bámulatos berendezéseit és megporzási folyamatát tárgyalják; az ez irányban való megfigyelések évről évre szaporodnak és mindig új meg új változatokat derítenek fel.

Egyike a legérdekesebb virágberendezéseknek a *heterostylia* is, melyről már más helyen is szó volt. A *kankalin* fajoknak és sok más csövesvirágú növényfajoknak kétféle, azaz *heterodistyl egyénei* vannak, makrostyl és mikrostyl virágú egyénei (203. ábra); a makrostyl virágokban hosszú bibeszálát és rövidszálú porzókat találunk, úgy hogy a bibe magasan a portokok fölött áll, a mikrostyl virá-

gokban pedig rövid bibeszál és hosszúszájú porzók vannak, a porzók tokjai tehát magasan a bibe felett állanak; feltűnő, hogy makrostyl virágokban a bibe magassága szigorúan megegyezik a mikrostyl virágok portokjainak magasságával és viszont a mikrostyl virágok bibéje éppen oly magasan áll a párta csövében, mint a makrostyl virágokban a porzók tokjai; a mikrostyl virágokban direkt, a makrostyl virágokban indirekt magamegporzás lehetséges, de ez nem igen eredményes, eredményesebb az idegen megporzás, mely gyakoribb is, és mint számosan megfigyelték, ismét kétféle lehet, t. i. egyenlő magasságban lévő és különböző magasságban álló porzók és bibék között végbemenő megporzás, előbbi *legitim*, utóbbit *illegitim megporzás*nak nevezik; ki van mutatva, hogy a legitim megporzás mindenkor a legeredményesebb, amennyiben az ily megporzás eredményezte magvak mindig a legfejlettebbek és a belőlük csírázó növények a legtökéletesebbek. A heterotristyl virágú *Lythrum Salicaria*, *Oxalis*-fajok egyénei



203. ábra. A *Primula officinalis* heterodistyl virágainak hosszanti átmetszete, 1 makrostyl virág, 2 mikrostyl virág. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

háromfélék, makrostyl, mesostyl és mikrostyl virágú egyének, ezen virágokban mindenütt kétféle hosszúságú porzók jutnak kifejlődésre, nevezetesen közép-nagyságú és kis porzók a makrostyl virágokban, nagy és kis porzók a mesostyl virágokban és nagy és közép-nagyságú porzók a mikrostyl virágokban; a megporzási folyamatnak mindezek következtében itt még több esete van mint a distyl virágú fajokon, így direkt autogamia három esetben, az indirekt autogamia is három esetben következhetik be, a legitim allogamiának hat különböző esete, az illegitim allogamiának is hat esete lehetséges.

Idegen megporzás és indirekt magamegporzás mindenkor csak külső tényezők közvetítésével mehet végbe; amint víz, levegő vagy állatok a megporzás közvetítői, megkülönböztetünk *hydrogam*, *anemogam* és *zoidiogam* növényeket.

A *hydrogam*, azaz víznek nyíló virágok (*hydrophilae*) mind vízinövényeké; némelyikén a megporzási folyamat a víz felszínén történik, pl. *Vallisneria* (204. ábra), másokon a víz alatt megy végbe, pl. *Zostera*, mindenkor a víz szállítja a hozzá alkalmazkodó pollenszemecskéket az ugyancsak megfelelően berendezett bibéhez, vagy a virágok szerkezete olyan, hogy a víznek semmi káros befolyása nem lehet a megporzási folyamatra.

Az *anemogam*, azaz szélnek nyíló virágok (*anemophilae*) nagyrészt a kora tavasszal virágzó növények sajátosságai, rendszerint aprók, hiányosak, egy- vagy kétivarúak és általában nagy számban sűrű virágzatokban fejlődnek. A felette nagy számban fejlődő virágporsemecskék általában aprók, könnyűek, simafelületűek, néha még szárnyas függelékekkel is el vannak látva, hogy a legkisebb légáram is könnyen tovaragadhatta és történetesen rendeltetési helyükre szállíthassa; megfelelő szerkezete van a bibének is, mert rendszerint

igen nagy, hosszú, fonálalakú, tollasan szőrözött vagy kiszélesedett lemez-alakú, nagy felületű, hogy a reákerülő virágporszemecskékből minél többet megragadhasson. Ilyen anemophyl növények: a *barkás növények*, pl. *nyirfa*, *tölgyfa*, (205. ábra), az igen hosszú, vékony kocsányokon lelógó, ide-oda himbálódzó virágokkal bíró növények (*penduliflorae*), pl. *Acer Negundo*, továbbá mindazok a növények, amelyek a portokok felette hosszú és igen vékony porzósálakon lógnak ki a többnyire igénytelen virágokból (*longistamineae*), pl. *fűfélék*, a szóró vagy explodáló portokokkal bíró növények (*explodiflorae*), pl. *csalán* stb.

A *zoidiogam* vagy *állatoknak nyíló növényekre* (*zoidiophilae*) csaknem általában jellemző, hogy virágaikban mézet fejlesztő szervekkel bírnak, hogy virágaikon jól kifejlett, többnyire élénken színezett virágtakaró fejlődik, vagy ennek hiányában a porzók öve messzire feltűnő módon alakult ki; a virágberendezések itt a legváltozatosabbak és mindenhol arra valók, hogy a megporzást végző állatok látogatását elősegítsék, de sokszor olyanok is, amelyek felette alkalmasak hivatlan, kártékony látogatók távoltartására vagy elriasztására. Ismeretese a rovaroknak nyíló növények (*entomophilae*, 206. ábra) a puhatestű állatoknak nyíló növények (*malakophilae*), madaraknak nyíló (*ornithophilae*) és denevéreknek nyíló növények (*chiropterophilae*).

A rovaroknak nyíló növények virág-



204. ábra. A hydrogam *Vallisneria spiralis* porzós és termős egyénei. Kisebbitve.

porszemcsékéi rendszerint apró tüskéktől és más kiemelkedésektől ragadós felületűek, miért is könnyen rátapadnak a virágokat látogató szőröstestű rovarokra, és általuk mindenfelé elhurcoltatnak; általában a virágok szerkezete is a legnagyobb mértékben alkalmazkodó a rovarfajok testének alkotásához, amelyek az illető virágokat látogatják, és viszont e rovarok teste is, vagy csak bizonyos szervei, nagy mértékben az illető virágok szerkezetéhez mértén jutnak kifejlődésre. Csak ez a kölcsönös alkalmazkodás teszi lehetővé, hogy a viráglátogatók mindenkor könnyen hozzáférjenek a táplálékot nyújtó mézfejtőkhöz, ahol mintegy jutalmul mézet kapnak a virág bibéjére magukkal hozott virágporért.

A rovaroknak nyíló virágokat különbözőképp osztályozzák, az őket látogató rovarok és berendezésük szerint; így megkülönböztetnek szabad mézzel, félig rejtett mézzel, és teljesen rejtett mézzel bíró virágokat, pl. *kőtörőfajok*, *málna*, *áfonyafélék*, továbbá sűrű virágzatokban megjelenő virágokkal bíró növényeket, pl. *Eupatorium cannabinum*, azután méhvirágokat, poszméhvirágokat, darázs-virágokat stb. pl. *lóhere*, *Aconitum*, *Scrophularia nodosa*; nappali és éjjeli lepke-

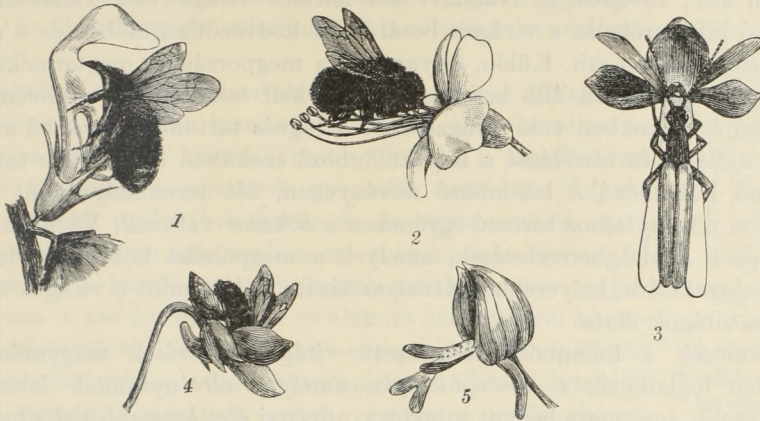
virágokat, pl. *szegfűfajok*, *Phlox*; légyvirágokat, melynek az undort keltő virágok, pl. *Stapelia*; a katlansan csapós virágok, például *Aristolochia*; a csipőn csapós virágok, pl. *Cypripedium*, *Calceolus*; a csalóvirágok, pl. *Parnassia* stb.; végül az apró rovarok látogatta virágokat, pl. *Chamaeorchis*. Mindezek a felsorolt virágok *nektárvirágok*; a nektárvirágok és a szélnek nyíló virágok között mintegy átmenetet képeznek szerkezetükre nézve és biológiai tekintetben a *pollenvirágok*, melyeknek szerkezete az *anemophilae*-re vall, de rovarok is látogatják, pl. *Plumbago* fajok.

A *puhatestű állatok*-nak nyíló növényekre jellemző, hogy sűrű, tömött virágzatokban megjelenő apró virágjaikból a mézfejtők teljesen hiányoznak, az apróbb-nagyobb csigák a simafelületű virágzatokban



205. ábra. 1 Az anemogam *Pinus Pumilio* egy ága porzós és termős hajtásokkal, kisebbitve. 2 toboz virág, természetes nagyság. (Kerner.)

ide-oda mászkálva, a virágnak bizonyos nekik táplálékkul szolgáló puhább részleteit kutatják, miközben a testükre ragadó virággal a megporzási folyamatot is közvetítik; nagyrészt melegebb égövi növények, pl. *Anthurium*-



206. ábra. Zoidiogram virágok: 1 a piros holtcsalán a földi dongó méhkel, 2 a vadgesztenye virága, 3 kosbor-féle növény virága bogárnak szolgáló számmollyal, 4 az ibolya virága a dongó méhkel, 5 kosbor virág kínálkozó számmollyal. Természetes nagyság.

Rhodea-fajok; nálunk is teremnek ilyenfajta növények, pl. *Calla palustris*, *Acorus*, de ezeken a megporzási folyamatot inkább rovarok mint apró csigák közvetítik.

A madaraknak nyíló növények kizárólagosan forró földövi növények; virágaikban, amelyek feltűnő élénk, többnyire piros színekben pompáznak, sohasem hiányoznak a rendszerint rejtett mézfejtők; ezeket kutatják fel a virágokat körülrepdeső kolibrik, és míg hosszú egyenes vagy hajlott hegyes csőrükkel bennük nem annyira a mézet, mint a méz után járó rovarokat hajhásszák, majd mellökre, majd hátukra nagymennyiségű virágport is szednek és a magukkal hozott port a bibére horzsolják, pl. *Marcgravia*, *Tecoma*-fajok. Némely ornithophil virágokban esteli lepkék is végezhetik a megporzási folyamatot.

Denevéreknek nyíló növény csak kevés ismeretes, ilyen pl. a *Freycinetia* Jáva szigetén, melynek nagy halványrózsaszínű virágai takarójával él a *Pteropus edulis*; ez, mint megfigyelték, lakmározás közben felszedi szőrös fejével a porzós virágokban a virágport és erre termős virágra kerülve, a magával hozott virággal önkénytelenül megporozza a bibét. A Trinidad szigetén termő *Bauhinianak* szép nagy fehér virágait a denevérek ismét oly célból keresik fel, hogy a bennük rejtőző rovarokat összefogdossák; vadászatuk alatt szintén közvetítői lesznek a megporzási folyamatnak.

Míg a virágberendezéseknek nagy része olyan természetű, hogy a megporzást közvetítő közegekhez alkalmazkodva, e fontos folyamatot megkönnyíti, addig sok más berendezés a portokok és pollenszemecskék, vagy a termők megóvására irányul; erre a célra szolgál ugyan egyáltalában a virágtakaró, melynek

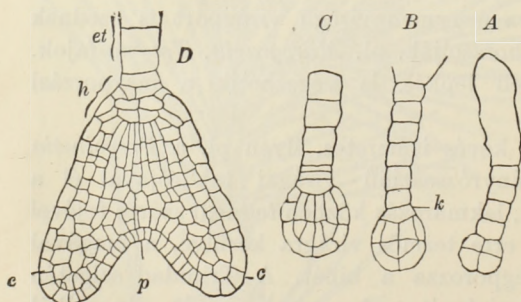
különböző szerkezetében csaknem mindenkor különleges berendezést is találunk, ha a virágnak biológiáját pontosan tanulmányozzuk, de arra szolgál sokszor a virágoknak megjelenési módja is, pl. lomblevelek oltalma alatt, lecsüngő virágzatokban stb., továbbá az ivarszerveket létesítő viráglevelek kialakulása, pl. oltalmazó bibekarélyok, a virágok bezáródása kedvezőtlen időben és a napnak különböző szakában stb. Külön, ugyancsak a megporzási és megtermékenyítési folyamat szolgálatában álló berendezéseknek kell tekintenünk a növényeknek különböző évszakokban való virágzását, a virágzás tartamát, továbbá az egyes virágok nyílását és záródását a nap különböző szakában és a nyílás tartamát, ami mind különböző a különböző növényeken, sőt termőhelyenként egy és ugyanazon növényfajhoz tartozó egyéneken is sokszor változik. Végül megemlítendő az a virágberendezések, amelyek a megporzást közvetítő viráglátogatók csalogatására, helyesebben útbaigazítására valók, mint a virágok színeződése és a virágok illata.

Mindezek a különböző természetű virágberendezések magyarázataival részletesen foglalkozik a *növénybiológia*, amely a növénytannak kétségkívül legérdekesebb ága, mert beavat minket a növényi élet legszebb titkaiba.

e) A termés.

A megporzási folyamatot követi közvetlenül a termékenyítési folyamat és ezt az embrió kialakulása; mindkét folyamat az embriózsákban megy végbe. A megtermékenyített petéből fejlődő embrió kialakulásával egyidőben az embriózsákban és a magrügy többi részeiben is nevezetes változások történnek, sőt elváltozik az egész termő, különösen pedig legalsó része, a magház, mely, mint ismeretes, a magrügyeket foglalja magában, miközben a többi virágrészek mind lehullanak vagy elhervadnak, ritkábban megmaradnak a virágtakaró egyes körei, de akkor ezek is kisebb-nagyobb mértékben elváltoznak: a virág elvirágzik és

helyette a növényi testnek egy új része jelenik meg a virágkocsányon, a *termés*, mely tehát nem egyéb mint a megmaradt és továbbalakult magház. A termés fejlődése megindul az embrióalakulással és befejeződik a nyugalomra térő embriót magában záró mag kialakulásával, érésével.



207. ábra. A *Capsella bursa pastoris* csirájának kialakulása: *h* a csiragömb határos sejtje (hypophysis), *et* csirafüggesztő, *c* sziklevek, *p* rügyecske kezdeménye. Nagyítva. (Hanstein.)

sejtfontól keletkezik, ennek legalsó sejtje erősen növekedve, többnyire gömbalakot ölt és minden irányban gyorsan tovább osztódva, csakhamar kis sejt-

I. Embrióalakulás, magképzés, termésfalazat. A megtermékenyített petesejtől az összes magházason az embrióalakulás akként indul meg, hogy a petének ismételt hártosztódása folytán először kis

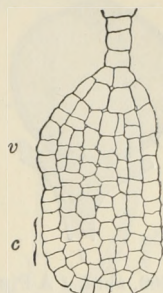
csomót létesít, mely csupa merisztematikus, dús plazmájú sejtekből áll. Ezen sejtsomó a kezdetleges embrió vagy csíra, a kis sejtfonál pedig az úgynevezett *csirafüggesztő*, mely legfelső, tömlőalakú sejtjével szorosán hozzánőve az embriózsák falához, sejtjeinek gyarapodásával az alakuló csirát mindinkább besülyeszti az embriózsákba.

Kétszikű magvas növényeken a sejtsomós csirának alsó szabad vége mindjobban kiszélesedik, minek következtében az egész csíra megnyúlt körtealakot ölt; később a kiszélesedett részében kétoldalt a sejteknek gyorsabb osztódása folytán egy-egy erősebb dudor keletkezik és az egész embrió most szívalakú lesz; ezen stádiumban az embrión már tisztán fel lehet ismerni a leendő csiranövénynek minden egyes tagját, nevezetesen a két kis dudorban az alakuló két szíklevél kezdeményét, közöttük kis kiemelkedő sejtsomó alakjában a leendő szár tenyészőkúpját, a szíklevélkezdemények alatt folytatódó fejletlen szíkalatti szarát és annak végében a gyököcskének kis kúpídomú tenyészőkúpját, melynek képzéséhez a csirafüggesztőnek utolsó, a csiragömbbel határos sejtjének alsó fióksejtje is hozzájárul további osztódásával (207. ábra).

Egyszikű magvas növényeken a termékenyített petéből fejlődő kis sejtfonálnak utolsó sejtje szintén gyorsan tovább oszlik és nemsokára kis hengerded szövettestet létesít, amelynek képzéséhez a csirafüggesztőnek egész utolsó sejtje is hozzájárul. Az ilykép alakuló embrió gyarapodásával alsó szabad részlete egyetlen szíklevéllel fejlődik, alatta pedig a szövettest oldalán kis mélyedésben a leendő szár tenyészőkúpja áll elő, a hengerded szövettestnek felső részlete pedig, mely a csirafüggesztőbe folytatódik, itt is gyököcskévé alakul (208. ábra).

Kétszikűeken és egyszikűeken is az így röviden vázolt embrióalakulásnak vannak kisebb-nagyobb mértékben eltérő módosulatai; így néhol a termékenyített petéből csirafüggesztő nem fejlődik, hanem belőle közvetlenül csak az embrió áll elő, pl. némely *kosborféléken*; máshol embrió és csirafüggesztő is fejlődik ugyan, de utóbbi hamar el is pusztul, pl. *Leguminosae*; még máshol igen fejletlen, csökevényes embrió lesz a termékenyített petéből, rajta a tagoltságnak nyomát sem lehet látni, pl. *Orobanchaceae*, és más parazitán és szaprofitán.

Magházasokon mindenütt a termékenyített petesejt osztódásakor, az embriózsákban a kialakuló embrió körül egy új szövet, az úgynevezett *endospermium* indul fejlődésnek, mely az embriót körülfogva, utóbb az embriózsák egész üregét kitölti, csak néhol nem fejlődik endospermium és az embrió kezdetétől fogva egymagában foglalja el az embriózsák üregét, pl. *Canna*. Az endospermium szövet kizárólagosan a tartalék-táplálóanyagok felhalmozódására szolgál; ezen anyagok gyakran már az embrió alakulása alatt részben, vagy teljesen felhasználatnak az embrió testének gyarapítására, amidőn az endospermium szövete is fokozatosan eltűnik, máskor azonban az egész endospermium mindvégig megmarad és a nyugalomban lévő embriót köröskörül zárja.



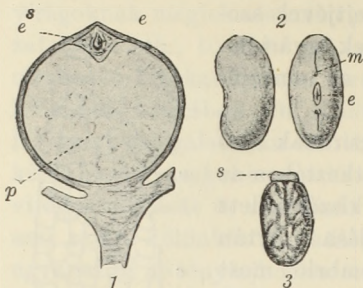
208. ábra.

Az *Alisma Plantago* fiatal csirája, c szíklevél, v szár tenyészőkúpjának kezdeménye.

Nagyítva.

(Hanstein.)

Ahol a magrügypél szövete nem használódik fel teljesen a mindinkább növekedő embriózsák képzésére, hanem kisebb-nagyobb része visszamarad, sőt sejtjeinek osztódása folytán még gyarapodik is, ott ezen szövetben is nagy mennyiségű tartalék táplálóanyag halmozódik fel és mint ilyen táplálékban dús szövet, *perispermium*nak nevezetetik.



209. ábra. 1 A *Piper Cubeba* magvának hosszanti metszete: *e* embrió, *es* endospermium, *p* perispermium, 2 a *Phaseolus* magva előlről és oldalt tekintve, *m* mikropyle, *n* köldök, 3 a *Ricinus communis* magva, *s* caruncula. Természetes nagyság. (Giesenhagen.)

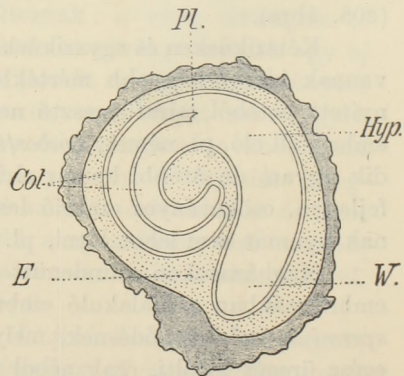
Endospermium és perispermium együttesen vagy külön-külön teszik a *magfehérjét*; így endospermium- és perispermiumból áll a magfehérje a *vízirózsaféléken*, csak endospermiumból a *késérűféléken*, csak perispermiumból a *Scitamineae*-n. Ritkábban magfehérje egyáltalában nem veszi körül az embriót, hanem utóbbi nagyra növekedik, kitölti az egész embriózsákot, az embriózsák képződésére pedig az egész magrügypél felhasználódik, pl. *pillangósak*. Ilyen nagy embriókon különösen a sziklevek igen fejlettek, nagyok, vastagok és bennök halmozódik fel a sok tartalék-

táplálék, mely majd keményítő, pl. *tölgyfa*, majd olaj, pl. *keresztesvirágúak* stb.

Az embrió és magfehérjének képződésével egyidőben a magrügypél burka is fokozatosan elváltozik; sejtjei rendszeren vastag falat kapnak, mely többnyire meg is fásodik, minek következtében az egész magrügypél erős, vastag, kemény *maghéjjá* változik; ritkábban az egész héj puha marad és csak vékony hártya alakjában burkolja be a magfehérjét; különben a maghéj szerkezete felette változatos, aszerint amint a magrügypél egyszerű vagy kettős, és amint a különböző sejtrétegei elváltoztak; legváltozatosabb a maghéj felülete, a rajta fejlődő mez, vastagodások, függelékek és egyéb sajátosságai szerint, amelyek mind megfelelő célszerű alkalmazkodások és berendezkedések a teljesen érett magvak biológiájában.

Mindezen egymással karöltve járó fejlődési folyamatok befejeztével a magrügypél érett *maggá* változik, és ez a termésnek legfontosabb, leglényegesebb része, mert a faj fenntartására és szaporítására hivatott (209., 210. és 211. ábra).

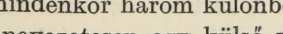
A magvak megérésével egyidőben a magház is teljesen elváltozik, belőle a *termés falazata* alakul; hypogyn virágokban ez tisztán csak a termőlevelek alkotta magház falazatából áll elő, perigyn és epigyn virágokban ellenben mindenkor a szabad vagy a termőlevelekkel szorosabb összefüggésben lévő virágtengely is hozzájárul a termés falazatának képződésé-



210. ábra. A *Hyoscyamus niger* érett magvának hosszanti átmetszete; az embrió teljesen be van ágyazva az endospermiumba *E*, *W.* gyököcske, *Cot* sziklevek, *Hyp.* szikalatti szár, *Pl.* rügycske. Nagyítva.

(Giesenhagen.)

hez. Érett termések falazatán vagy *pericarpiumán* mindenkor három különbözőkép alakult szövetréteget lehet megkülönböztetni, nevezetesen egy külső réteget, az úgynevezett *epicarpiumot*, egy középső réteget, *mesocarpiumot* és egy belső szövetréteget, *endocarpiumot*. A pericarpium ezen különböző rétegeinek kialakulása szintén igen sokféle lehet és főleg eszerint történik a terméseknek rendszeres osztályozása.

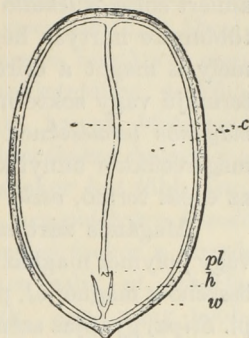


The diagram is a simple line drawing of a semi-circular cross-section of a fruit wall. It shows three distinct layers. The outermost layer is labeled 'epicarpium' with a line pointing to it. The middle layer is labeled 'mesocarpium' with a line pointing to it. The innermost layer is labeled 'endocarpium' with a line pointing to it. The layers are separated by dashed lines, indicating their distinct boundaries.

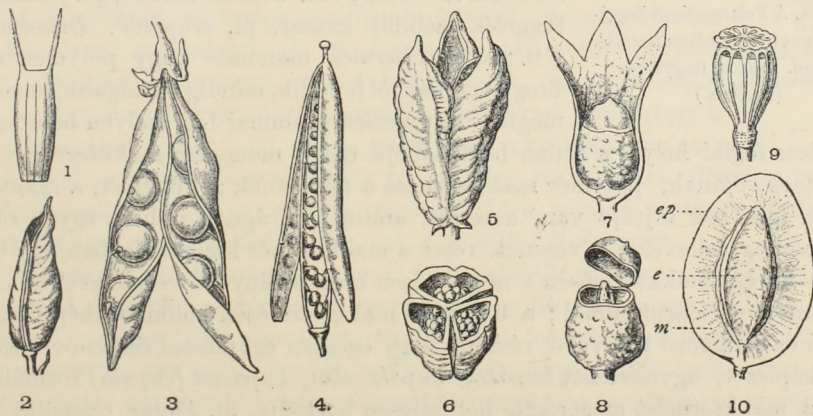
II. *Termések osztályozása.* A dús cukortartalmú vagy más tápláló tartalmánál fogva nyersen is élvezhető terméseket általában *gyümölcsnek* nevezik. A táplálék tartalmat rendszeren a termés falazatának valamelyik rétegében, vagy két rétegében találjuk, de sokszor csak a termés magva élvezhető; vannak élvezhető gyümölcsök, amelyeknek sem falazata, sem magva nem tartalmaz élvezhető táplálékot, hanem igen nagy mennyiségben van felhalmozva a teljesen elváltozott, meghúsosodott virágtengely szövetében, sőt némely gyümölcsön a virágzati tengely szövetében is.

A tudományban a sok mindenféle fajta szerkezetű és fejlődésű terméseket három főcsoportba osztályozzák : az egyszerű és összetett termések és az álműtermések csoportjába.

Az egyszerű termések egyetlen egy termőből, egyes, de néha többes számban is fejlődő önálló szabad termések. A pericarpium mineműsége szerint megkülönböztetünk zárt és nyíló száraz egyszerű terméseket, azután zárt és nyíló húsos egyszerű terméseket (212. ábra).



211. ábra. A makk hosszanti
átmetszete, *c* sziklevelek,
pl rügyecske, *h* szíkalatti
szár, *w* gyökecske. Ter-
mészetes nagyság.
(Giesenhausen.)

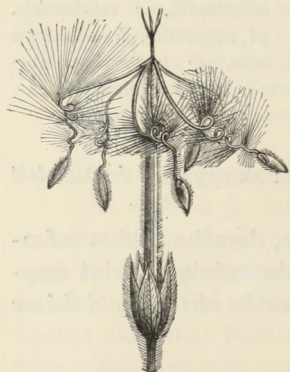


212. ábra. Termésfajták: 1 a *Bidens* kaszat termése, 2 a *Delphinium* tüző termése, 3 a *Pisum* felnyílt hüvely termése, 4 a *Cheiranthus* felnyílt beccő termése, 5 a *Colchicum* felnyílt toktermése, 6 ugyanannak harántmetszete, 7 a *Hyoscyamus* toktermése, 8 ugyanaz felnyílvá, 9 a *Papaver* toktermése, 10 a szilva csonthéjas termése: *ep* epicarpium, *m* húsos, dús nedvű mesocarpium, *e* a magot burkoló csonthéjemény endocarpium, hogy utóbbi lehessen látni, az *ep* és *m* a termés mellősi részéről lemetsetett. Természetes nagyság.

(Giesenhagen.)

A zárt száraz termések száraz bőrnemű vagy fás pericarpiummal bírnak, együregűek, egymagvúak; megérésükkor a növénytől elválnak, lehullanak, amiért sokszor *lehulló terméseknek* is nevezik; magvuk mindig csak vékony, többnyire hártvás héjjal bír, mert pótolja azt az erősebb vastag pericarpium, mely a magot a csirázásig beburkolja. Ha szabadon, önállóan fejlődnek egytermőjű vagy soktermőjű virágokból és megérésükkor változatlanul hullanak le, *magános terméseknek* nevezik, ha ellenben egytermőjű virágokból fejlődve, megérésükkor annyi kis terméskére hasadnak, mint ahány termőlevélből alakult az egész termő, *oszló* vagy *hasadó terméseknek* mondják.

Magános zárt száraz termések: a *szemtermés*, mely felsőállású monomer vagy polymer magházból fejlődik, és arról nevezetes, hogy pericarpiuma szorosan összenő a maghéjjal, pl. *fűfélék*; sokféle szemtermés van, pl. pelyvás szemtermés, pl. *Stipa*, gyapjas szemtermés, pl. *Eriophorum*, csupasz szemtermés, pl. *Triticum*,



213. ábra. A *Pelargonium inquianans* álmagterméskékre hasadó termése. 3-szor nagyítva.

(Baillon.)

Zea stb.; továbbá az *álmagtermés*, mely felsőállású monomer magházból fejlődik, és a szemterméstől csak abban különbözik, hogy magva szabadon foglal helyet a száraz, vékonyabb, keményebb, de soha meg nem fásodott pericarpiumon belül; álmagtermések rendszerint nagyobb számban fejlődnek egy-egy virágból, pl. számos *soktermésű növény*; van független nélküli álmag, pl. *pimpó*, farkazott álmag, pl. *Anemone*, *Clematis* stb.; a *kaszat* vagy *petymegtermés* alsóállású, mindenkor polymer együregű magházból fejlődik és vékonyabb bőrnemű, gyakran törékeny pericarpiummal bír, mely a maghéjjal sohasem nő össze; van bóbítás kaszat, pl. *fészkesek*; független nélküli kaszat, pl. *ernyősök*, *Dipsacaceae* stb.; a *makktermés* monomer vagy polymer együregű magházból fejlődik, mindig vastagabb, kemény, megfásodott pericarpiummal bír, melyen belül egész

szabadon foglal helyet a puha, hártvashéjú mag; monomer makktermése van pl. a *mogyorófának*, polymer makktermése a *tölgyfának*; különben a makktermésnek igen sok fajtája van, aszerint, amint a virágnak milyen egyéb részei vagy esetleg fellevelek is vesznek részt a makktermés kialakulásában, így pl. a *sulyom* horgas makktermésén a négy erősen megkeményedő csészelevelével nő össze szorosan a pericarpiummal; a kupacos makk termésén különbözőképp továbbfejlődő és elváltozó fellevelek részben vagy egészen egymással összenőve, sajátos képletet, úgynevezett *kupakot*, *kupakocskát*, *kupacsot* (*cupula*) formálnak, mely a makktermést megéréséig hol teljesen burkolja, pl. *Fagus*, *Castanea*, hol csak részben takarja, pl. *Quercus*, *Corylus*, *Carpinus* stb.; a *leppendék* vagy *szárnyas termés* monomer vagy polymer együregű magházból fejlődik, és főleg arról nevezetes, hogy pericarpiumának külső rétege szárnyalakú hártvában szélesedik ki, mely e terméseknek kitűnő repülőkészülékül szolgál, pl. *szőlfa*, *körisfa* stb.

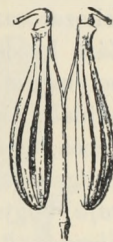
Hasadó termések: az *álmagterméskékre hasadó termés*, mely felsőállású polymer magházból fejlődik és megérésekor annyi zárt, egymagvú álmagtermés-

kére hasad, mint ahány termőlevélből alakult az egész magház, pl. *golyaorrfélék* (213. ábra); a *kaszatokra hasadó termés* alsóállású dimer vagy polymer magházból fejlődik és megérésekor szintén annyi kis egymagvú kaszatra hasad, mint ahány termőlevélből alakult az egész magház, pl. *Galium, ernyősök* (214. ábra); az ernyősök nagy csoportjában a két kaszatra hasadó termés rendkívül nagy változatosságot mutat úgy külső alakja, mint szerkezete tekintetében, de különösen szerkezetének pontos ismeretére van szükségünk, ha az idetartozó növényeket biztosan fel akarjuk ismerni; továbbá a *makkocskákra hasadó termés* fejlődik felsőállású polymer magházból és megérésekor két-több apró makkocskára különül, pl. *ajakosak, érdeslevelűek*; végül a *leppendékekre hasadó termés*, amely felsőállású polymer magházból fejlődik és megérésekor a termőlevelek számának megfelelő számú egymagvú leppendékekre oszlik, pl. *juharfa*.

A nyíló száraz termések vagy maghullató termések, egy- vagy többüregű vagy többrekeszű, többmagvú termések, melyek megérésükkor különbözőképp nyílnak fel és érett magvaikat kihullatják, ritkábban több egymagvú részletre töredeznek; pericarpiumuk száraz hártvás vagy bőrnemű, magvaik pedig erősebb, keményebb, különböző szerkezetű héjjal bírnak. A nyíló termések általában magános termések, ritkán oszló vagy hasadó termések; aszerint, hogy monomer vagy polymer magházból fejlődnek, nevezik őket *apocarp* vagy *syncarp nyíló száraz termések*nek.

Apocarp nyíló száraz termések: a *tüsző*, felsőállású, együregű magházból fejlődik és megérésekor a termőlevél összenövési helyén nyílik fel egész hosszában; tüszőtermések többnyire társasan, többes számban fejlődnek többtermőjű virágból, pl. *pünkösdi rózsza, szarkaláb*; továbbá a *tömlő* vagy *szütyőtermés*, mely szintén felsőállású, együregű magházból fejlődik, de megérésekor szabálytalanul szakad fel, pl. *vízi lencse*; azután a *hüvelytermés*, mely felsőállású, együregű magházból fejlődik és megérésekor úgy a termőlevél összenövési helyén, mint ezzel átellenben is egész hosszában szakad fel, pl. a *pillangósak* egyáltalában, és végül a *cikkés hüvely*, mely a hüvelytől csak abban tér el, hogy szakaszokra, fiókokra osztott, és megérésekor annyi egymagvú, gyakran zárva maradó részletre tördelődik, ahány szakasz vagy fiókból állott, pl. *Coronilla, Hedysarum*.

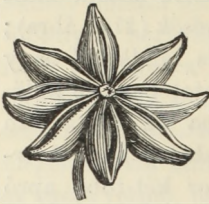
Syncarp nyíló termések: a *becő*, mely felsőállású dimer, kétüregű hosszú magházból fejlődik, megérésekor pedig úgy nyílik fel, hogy a visszamaradó magléctől és válaszfaltól a pericarpium mindkét fele teljesen leválik, pl. *nyári viola, káposzta*; van *cikkés becő* is, mely a közönséges becőtől csak abban tér el, hogy harántul egymás fölé eső szakaszokra osztott és megérésekor ennek megfelelően cikkelyekre tördelődik, pl. *retek*; továbbá a *becőke*, mely a becőtől csak abban különbözik, hogy körülbelül olyan széles mint hosszú és válaszfala hol keskenyebb, hol szélesebb, pl. *pásztortáska, daravirág*; van zárvamaradó becőke is, pl. *Isatis*; végül a *toktermés*, mely kialakulásában legváltozatosabb, mert felső- vagy alsóállású, dimer vagy polymer, együregű, többüregű vagy többrekeszű magházból fejlődik és megérésekor hol kopácsokkal nyílik fel, pl. *kikirics*,



214. ábra.

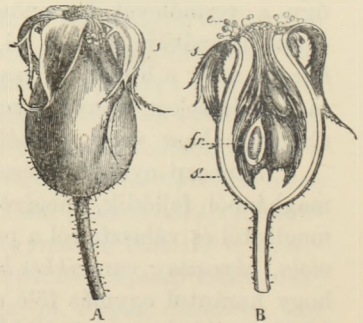
A *Carum Carvi*
kaszatokra hasadó termése
(diachenium).
6-szor
nagyítva.
(Giesenhagen.)

hol fogasan felnyíló, pl. *szegfű*, hol kupakos a felnyílása, pl. *beléndek*, hol likacsos, pl. *mák* stb.; van hasadó toktermés is, mely arról nevezetes, hogy megérésekor annyi külön nyíló részletre válik szét, mint a hány termőlevélből alakult, pl. *kutyatejfélek*.



215. ábra. Az *Ilicium anisatum*-nak tűszókból összetett termése. Természetes nagyság. (Prantl.)

A zárt húsos termések egészen vagy részben húsos, dús nedvű pericarpiummal, úgynevezett *sarcocarpiummal* bírnak, rendesen a mesocarpiumuk, de sokszor az endocarpiumuk is nagy parenchimasejtekből áll, amelyek túlnyomóan cukorféléket tartalmaznak. A húsos pericarpiummal körülzárt mag vagy magvak erős, kemény héjúak és csak oly húsos termésekben puha, hártvás héjúak, hol a termés endocarpiuma csontkemény, megfásodott. Érett állapotban a zárt húsos termések rendszerint lehullanak a növényről, húsos pericarpiumuk erre többnyire korhadásnak indul, vagy fokozatosan elkezd száradni, de a mag vagy magvak belőle ki nem hullanak. Zárt húsos termések: a *bogyótermés*, felső- vagy alsóállású, monomer vagy polymer magházból fejlődik, rendesen többmagvú, magvai mindig igen kemény héjúak, exocarpiuma többé-kevésbé vastag hártvás vagy bőrnemű réteget képez, meso- és endocarpiuma pedig puha, lágy, dús nedvű, szivacsos állományú és igen sok cukrot tartalmaz; monomer magházból fejlődő bogyó, pl. a *sóska* bogyótermése, polymer magházból fejlődő bogyótermése van a *szőlőnek*, *áfonyának* stb.; a *szőlő* bogyója felsőállású, az *áfonya* bogyója alsóállású magházból fejlődik. A *kabak* vagy *töktermés* mindig polymer magházból fejlődik, vastagabb exocarpiumból, húsos mesocarpiumból és nedvdús endocarpiumból áll, válaszfalai szintén húsosak, pl. *tök*; a *citromtermés* is töktermés, csak hogy felsőállású magházból fejlődik és válaszfalai hártvásak. Az *almatermés* polymer középállású, vagy alsóállású magházból fejlődik, hártvás exocarpiummal és húsos, dús nedvű mesocarpiummal bír, endocarpiuma pedig majd keményebb, kövecses réteget alkot, pl. *körte*, majd vékonyabb, bőrnemű vagy pergamentszerű lemezt formál, mely az üregeket határolja, pl. *alma*. A *csonthéjas termés* felsőállású, középállású vagy alsóállású, monomer vagy polymer magházból fejlődik, hártvás exocarpiummal, vastag húsos, dús nedvű mesocarpiummal és csontkemény megfásodott endocarpiummal az ú. n. *kőmagot* vagy *csontosmagot* alkotja, mely legjellemzőbb sajátossága a csonthéjas terméseknek; monomer csonthéjas termés pl. a *szilva* gyümölcse, polymer egymagvú csonthéjas termése van pl. a *somfának*, *diófának*, polymer többmagvú csonthéjas termése pedig a *bengének*; a *kókuszdió*-termés szintén csonthéjas termés, csak hogy érett állapotban a mesocarpiuma nem dús nedvű, húsos, hanem rostos, szivacsos szerkezetű.

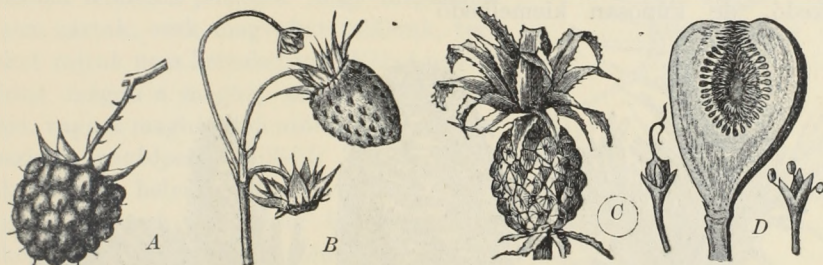


216. ábra. A *Rosa alba* csipke termése; a meghúsosodott virágtengelyen *s'* helyet foglalnak a megmaradt csészelevelek, az elfonyadt porzók *e* és az álmagtermések *fr*. Természetes nagyság. (Duchartre.)

A felnyíló húsos termések szintén húsos dús nedvű pericarpiummal bírnak és sokszor, úgy mint a zárt húsos termések, szintén lehulló termések, de arról nevezetesebbek, hogy megérésükkor többnyire hosszanti irányban különbözőképpen nyílnak fel és magvaikat kiszórják. Ilyenek a *húsos toktermés*, pl. *lógesztenye*, *nenyuljhozzám*, továbbá a *nyíló töktermés*, pl. *Ecballium*, és a *nyíló bogyótermés*, pl. *Myristica*.

Az *összetett termések* több magházból fejlődő egyszerű termések szoros összefüggése, összenövése folytán keletkező termések; vagy egy virágból vagy számos, szorosan egymás mellett álló virágokból fejlődnek.

Ha egy virágból fejlődnek, akkor a virágban nagyobb számban megjelenő termőkből kialakuló egyszerű kis terméseket, azonfelül, hogy szorosan összetapadnak egymással, megérésükig még a virágtengely is összetartja, úgy hogy azzal egyetemben egységes egészet képeznek, de megérésükkor egészben sokszor a közös virágtengelytől (vacokról) le is válnak. Ilyen összetett termések: a



217. ábra. A a szedernek bogycskákból összetett termése, B szamócatermés, C Ananas termése, D fügetermés. C és D kisebbítve. (Giesenhagen.)

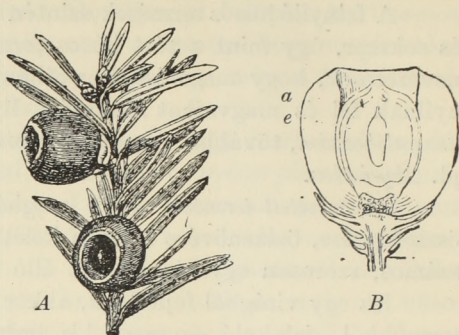
tüszőkből összetett termés, mely le nem hulló termés, pl. *Illicium* (215. ábra) és a *bogycskákból összetett termés*, mely a bogycskák megérésekor a vacokról egészben leválik, pl. *szeder* (217. ábra A).

Ha több virágból fejlődnek, akkor az összetett termés vagy ikertermések vagy összetapadó egyszerű terméseknek sűrű halmaza, mely a közös virágzati tengellyel összetartva, egyidőben történő megérésük után azzal együttesen válik le a növényről. Ilyenek az *ikerbogyó-termés*, mely két virág termőinek összenövése folytán keletkezik, pl. *Lonicera*, és a *fejceskés termés*, mely fejceskés virágzatban nagyobb számban sűrűn megjelenő virágok termőiből fejlődő egyszerű termések mindvégig együttmaradó halmaza, pl. *szerbtövis*.

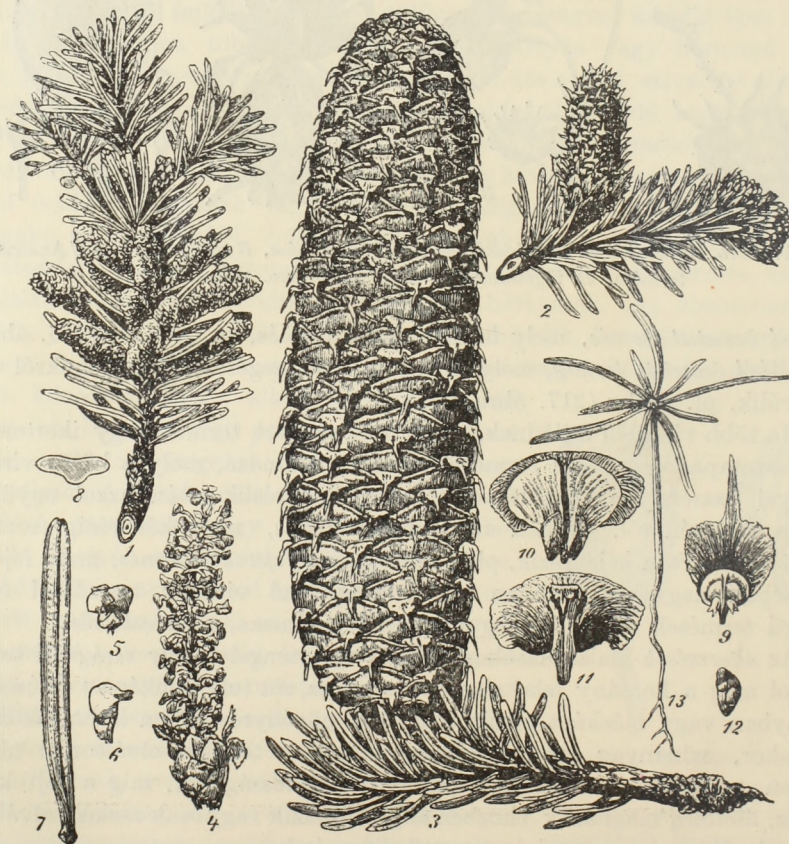
Az *áltermések* kialakulásában főleg a virágtengely vagy virágzati tengely, de néhol még a kocsány felső része is részt vesz, sőt tulajdonképpen az elhúsosodott kocsányban vagy másként elváltozott más növényrészekben halmozódik fel a sok cukor, színanyag stb., úgyhogy ezeken a teljesen elváltozott növényrészekben találjuk a terméseket jellemző sajátosságokat, míg a rajtok levő magház, illetőleg magházak eközben alig változnak vagy csak csekély elváltozást mutatnak. Vannak *egyszerű* és *összetett áltermések*.

Az egyszerű áltermések egytermőjű virágokból fejlődnek; ilyenek az *agrimonia-termés*, melynek kialakulásában a gödrös virágtengely vesz részt

olyformán, hogy továbbfejlődve tuskékkal megrakott burokká alakul, mely a magházból alakult tulajdonképi termést köröskörül burkolja, pl. *bojtorjános párló*. Az összetett átermések többtermőjű virágokból vagy virágzatokból fejlődő termések. Ilyenek: a *csipketermés* (216. ábra), melynek javarészt a meghúsosodott kehelyalakú virágtengey teszi, az általa körülzárt számtalan apró álmag-termések pedig csak magvaiként tűnnek elő, pl. *rózsa*; továbbá a *szamócatermés*, amelyen szintén a meghúsosodott, cukorban bővelkedő, de kúposan kiemelkedő



218. ábra. *A* a *Taxus* levezes hajtása érett magköpenyes magvakkal. Természetes nagyság. *B* a mag hosszanti metszete, *a* magköpeny, *e* embrio. Kissé nagyítva. (Willkomm.)

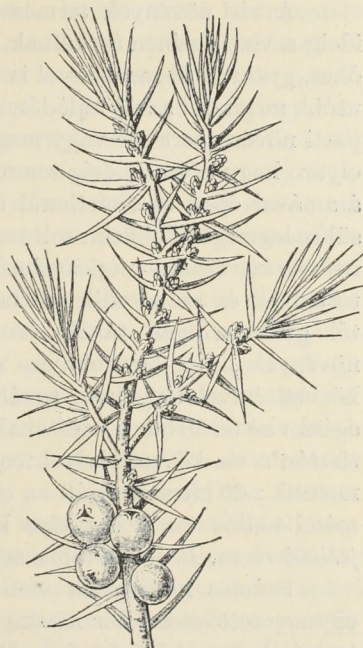


219. ábra. *Abies pectinata*: 1 ág porzós virágokkal, 2 hajtás nővirággal, 3 ág érett tobozzal, 4 hímvirág, 5–6 porzók, 7 levél nagyítva, 8 levél keresztmetszet, 9–11 termópikkely, 12 mag, 13 csiranövényke. (Beissner.)

virágtengely teszi a termés főrészt, míg a szabad felületén megjelenő igazi termések, az apró álmagtermések ugyancsak apró magvainak látszanak, pl. *földieper*; a *fügetermés* a virágzati tengely átalakulása folytán keletkezett átermés, a gömbded vagy körteképű virágzati tengely számtalan virágot zár körül, míg ezeknek nagy részéből apró álmagtermések fejlődnek, az amugy is vastag virágzati tengely még inkább vastagszik, meghúsosodik és így átermessé lesz; az *epertermés* látszólag bogyócskákból összetett termés, azonban ezen látszólagos bogyócskák, amelyek szorosan a meghúsosodott virágzati tengelyre nőttek és érett állapotban ezzel együttesen hullanak le, tulajdonképen apró álmagtermések, amelyeket a meghúsosodott dús nedvű lepel burkol köröskörül, pl. *eperfa* stb. (217. ábra.)

Nyitvatermő növényeken, mint például fenyőféléinken, hol a magrügyek a termőlevelek szabad felületén jelennek meg, magházba sohasem zártak, csak magvakat találunk, terméseket rajtuk nem kereshetünk. Néhol ugyan az érett magon a magháj meghúsosodik, pl. *Ginkgo*, vagy a magháj fölé utóbb húsos, élénk pirosszínű *magköpeny* fejlődik a magrügyburok eredési helye alatt, pl. *Taxus* (218. ábra), amikor ezek a magvak bogyótermésre emlékeztetnek, sőt gyakran mint álbogyók le is iratnak, valóban azonban még nem is álbogyók, hanem csak húsos burokkal körülzárt magvak. Legtöbbször a nyitvatermő növényeken az érőfélben levő magvak a megfásodott termőpikkelyektől vannak fedve, mert utóbbiak igen sűrűn állanak az ugyancsak megfásodott tengelyen, amelylyel együtt tobozt alkotnak (219. ábra); a magvak teljes megéréskor a toboz pikkelyei mindjobban széjjel válnak és a magvak kihullanak belőle; ritkábban a tobozpikkelyek erősen meghúsosodva, bogyószerű tobozkát alkotnak, melybe az érett magvak teljesen be vannak zárva, pl. *borókafenyő* (220. ábra). De a tobozok sem termések, bármilyen szerkezetűek is, hanem csak átalakult hajtások, azaz ágacskák, amelyeken az elváltozott termőlevelek a szabad, érett magvakkal foglalnak helyett.

III. Termések biológiája. Az érett termések vagy lehullanak a növényről, vagy egy ideig még rajta maradva, felnyílnak és különböző módon hullatják ki magvaikat; mindkét esetben az embrionális növénykét magában záró mag megválílik anyanövényétől, amely folyamat kétségkívül egyenesen a növények fenntartására és elterjesztésére irányul. A lehulló terméseket vagy magvakat hol a víz, hol a levegő, a szél terjeszti, hol állatok közvetítik



220. ábra. A *Juniperus communis* egy ága női termő hajtásokkal és bogyószerű tobozkákkal. Kisebbitve. (Giesenhagen.)

terjesztésüket, vagy más úton-módon kerülnek oly helyre és oly viszonyok közé, amelyek kedvezők további fejlődésükre, ez pedig akként nyilvánul, hogy a magban alvó csira új életre ébred, a mag kicsirázik és rövidebb-hosszabb idő alatt belőle új növény fejlődik, melyben az anyanövény élete feladata teljes mértékben megtestesül. Mindezt úgy a lehulló termések, mint a termésekből kihulló magvak kialakulásukban mindenkor nagy mértékben alkalmazkodnak terjesztő közegükhöz, mely őket hivatásukban elősegíti. A külön berendezések itt is rendkívül változatosak és legtöbbször már ezekből is következtethetünk a termések és magvak biológiájára, mely éppoly érdekes, vonzó és tanulságos, mint a virágoké.

A vízi növények termései és magvai általában szerkezetüknél fogva egyideig a víz felszínén úszkálnak, a víz árama e közben tovább és tovább szállítja őket, gyakran jó messzire el is viszi, utóbb a víz fenekére süllyednek és itt előbb-utóbb megindul az új fejlődés, pl. *Nuphar*. De nemcsak vízi növények, hanem sok parti növény termése vagy magva is felette alkalmas a vízi útra; szerkezetük olyan, hogy a víz jóideig semmi káros hatással nincs rájuk, így szintén a víz áramával éppen és sértetlenül oly helyekre kerülhetnek, melyek továbbfejlődésükre legmegfelelőbbek; sok tengerparti növény nagy, kemény fás vagy szivacsos rostos szerkezetű pericarpiumos termései, úgynevezett *uszadéktermései* által terjed el és szaporodik el nemcsak a közeli, hanem az eredeti termőhelytől gyakran igen távol eső vidékeken, pl. *Cocos*; édesvizek partjain élő növények pedig legtöbbször szintén csak a vízbe hulló magvaik révén a víz közvetítésével terjednek tovább és szaporodnak el olyannyira, hogy gyakran egész vízi területeket hódítanak maguk számára, pl. *szittyó-félék*. Az ily módon, tisztán a víz közvetítésével terjedő növényeket a tudományban *hygrochorae*-nek nevezik; de ide számítják az olyan szárazföldi növényeket is, amelyeknek termései csakis víz behatására képesek felnyílni és magvaikat kiszórni, mint pl. *jérikói rózsá, Brunella*-fajok stb.

Számos növénynek vannak szélnek érő termései vagy magvai, ezek az úgynevezett *anemochor* növények. A szélnek érő zárt termések többször szállótermések, azaz különböző repülőképzővel ellátott termések, melyek lehullásuk közben a szélről könnyen felkapatnak és mindenfelé szétvitetnek; vagy apró, könnyű termések, amelyek csekély súlyuknál fogva ugyancsak könnyen terjednek a legkisebb légáram közvetítésével. Az *anemochor* zárt termésekre jellemző berendezések a repülőképzők, amilyenek a pericarpiumnak szárnyyszerű kiszélesedése leppendék-terméseken és leppendékekre oszló terméseken, pl. *szőlő, juharfajélék* és másfajta szárnyas terméseken, pl. *Isatis, Rheum*, továbbá a terméseknek különböző származású függelékei a farkazott terméseken, pl. *körörcsin* és a tollernyős és bóbítás terméseken, pl. *Valeriana, fészkesek*; azután szörképletek, melyek majd a termést hol részben, hol egészben betakarják, pl. *boglárfa*, majd a termés kocsányát borítják, pl. *gyékény*, végül a megmaradó és a termést körülzáró csészelevelek és pártalevelek, pl. *Physalis Alkekengi, Trifolium fragiferum* és a terméssel együttmaradó és vele lehulló fellevelek, pl. *hársga, komló, gyertyánfa*, stb. Ugyancsak könnyen szálló, repülő termések a hólyagosan felfújott termések, melyek többször nyíló termések, pl. *Colutea*.

Az anemochor nyíló termések többnyire úgynevezett *rázódó termések*, melyek a legkisebb légáramtól ide-oda mozgatva, kihullatják könnyen tovább szálló apró, simafelületű magvaikat, pl. *kosbor-félék*, *Pyrola*, *Drosera*; de sok nyíló termés magvai is az anemochor termésekhez hasonló berendezést mutatnak, ilyenek a repülésre alkalmas függelékekkel ellátott magvak, pl. *nőszirm*, *liliom*, *tulipa*, a szárnyas, többnyire széles, lapos magvak, pl. *Lunaria*, *Bignoniaceae*, a szörképletekkel teljesen fedett magvak, és a szörpamatos magvak, pl. *pamut-cserje*, *fűzfa*, *fűzike*, *Tamarix* stb.

Az állatoknak érő termések és magvak a *zoochorae* sajátosságai. A húsos terméseket, általában zoochor terméseket a legkülönbözőbb állatok megeszik, azután az emészthetetlen, kemény héjú magvakat ürülékükkel mindenfelé elszórják és ily módon terjesztik el. Sok száraz zárt és nyíló termésnek is terjesztői azáltal, hogy ezeket különböző módon széjjelhurcolják. A húsos, aromatikusan, élénk színük miatt már messziről szembetűnő termések nagyrészt *ornithochor* termések, különböző madarak által hurcoltatnak el termőhelyüktől gyakran a legtávolabb eső vidékekre, pl. *bodza*, *cseresznye*, *szeder*; ugyanilyenek a húsos burokkal bíró magvak is, pl. *Taxus*; vannak *malakochor* termések, melyeket puhatestű állatok terjesztenek, pl. *szamóca* és *myrmekochor* magvak, melyeket hangyák hurcolnak el mindenfelé, pl. *télizöld*, *csormolya*. Számos növény különböző emlősöknek köszöni elterjedését a nekik táplálékul szolgáló terméseik révén, így pl. a *pizángot* majmok, *Ficus*, *Artocarpus*-fajokat denevérek, *Coffea*-t különböző ragadozók, a *kölest* patások terjesztik stb. Nagy azon *zoochorae* száma is, amelyeknek termései vagy magvai nem szolgálnak ugyan eledelül, de oly berendezésűek, hogy az állatok testébe, különösen emlősök szőrözetébe, madarak tollazatába beleakadva hurcoltatnak széjjel mindenfelé; ilyenek a mézgás, enyves termések, pl. *fagyöngy*; a ragadós, nyálkás felületű magvak, pl. *len*, *kikircs*; a tüskével, sertékkal vagy kampós szőrökkel megakadt úgynevezett *eriochor* termések, pl. *ragadványfű*, *Echinosperrum*, *Sanicula*; a bojtortjános termések és magvak, pl. *bojtortján*, *Polygala*-fajok stb. Sok mocsári növény termése vagy magva az iszappal és vízzel tapad az állatok testére, és ily módon terjed az állatok közvetítésével, pl. *Carex*, *Potamogeton*-fajok termései, *Samolus*, *Nasturtium*-fajok magvai stb.

Számos zoochor termést és magot maga az ember is terjeszt; a kereskedelem és ipar által sok növény kerül eredeti termőhelyéről gyakran a legmesszebb eső vidékekre, ezek az úgynevezett *anthropochor* növények, amelyek azután a terjedés foka, megjelenésük módja stb. szerint különböző elnevezéseket is nyernek.

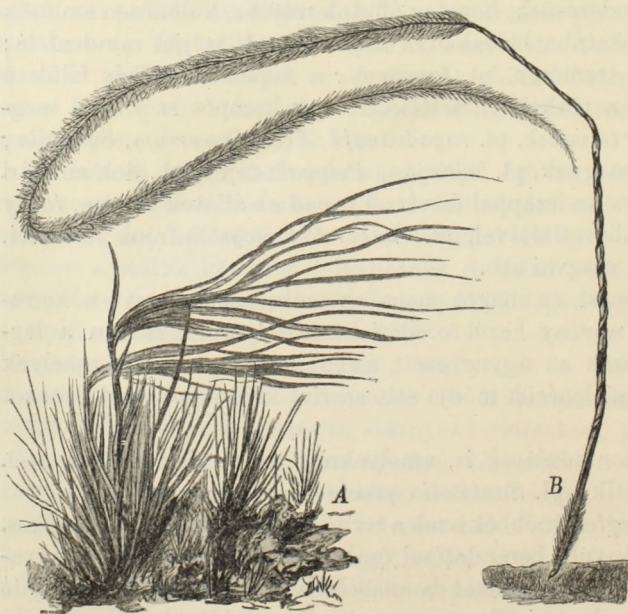
Vannak *anemo-zoochor* növények is, amelyeknek terjesztését úgy a szél, mint az állatok is közvetítik; pl. *Sanvitalia procumbens*, *páponya*.

Legérdekesebbek és legfeltűnőbbek azok a termések, amelyeknek sajátos, a magvak terjesztésére irányuló berendezései csak fizikai törvényekkel magyarázhatók; ily termésekkel bíró növényeket *dynamochorae*-nak neveznek. A felnyíló dynamochor termések berendezései főleg a magvak célszerű kihullatására valók, a zárt dynamochor termések berendezései pedig a termésekben rejlő magvak biztos szétterjesztését célozzák.

A felnyíló dynamochor termések egyik csoportját a *magrúgó termések* teszik, jellemző tulajdonságuk, hogy érett állapotban nagy feszítőerővel pattannak fel, és magvaikat majd tisztán, majd a reátapadó pericarpium-részletekkel együtt kiszórják és elröpítik, úgy hogy ezekből az új fiatal növények rendszeren az anyanövénynek közvetlen környékében fejlődnek. Ilyen magrúgó termések a *rúgósan szóró termések*, pl. *Balsamina*, *Cardamine impatiens*; a *fecskendezve szóró termések*, pl. *Ecballium Elaterium*; a *szorítva szóró termések*, pl. *Oxalis*-fajok; a *sodorva szóró termések*, pl. *Impatiens noli tangere*; a *pattanva szóró termések*, pl. *Hura crepitans*, *Ricinus*; a *csavarodva szóró vagy sodró termések*, pl. *Lupinus*, *Orobis* stb. Egy másik csoportja a felnyíló dynamochor terméseknek a *parittyázó termések*, melyek ismét arról nevezeteseek, hogy megérésükkor nem maguktól, hanem csak kívül ható erők behatására, pl. szél által vagy állatok által mozdítatva ki helyzetükből nyílnak fel és szórják ki magvaikat, pl. *Sileneae*.

A zárt dynamochor termések között is vannak szóródó és parittyázó termések, mint pl. *Geranium*-fajoknak álmagvakra oszló termései, amelyeknek álmagvai megérésükkor némelykor három méterre is elröpíttetnek az anyanövénytől, továbbá a *Centaurea*-fajok zárt termései, melyek szintén nagy erővel röpíttetnek el a vacoktól. Legfigyelemreméltóbbak azonban a *kúszó, kapaszkodó és ugrándozó termések*, melyeknek pericarpiumán a higroszkópikus szőrkepletek a környezet változó nyirkosságának behatására folyton változtatják helyzetüket és így az egész termést is bizonyos irányban mozgásba hozzák, tovább viszik és utóbb a talajhoz is kötik, pl. *Aegilops*, *Scabiosa*-fajok; továbbá a *furódó*

termések, melyeknek be-
rendezése ismét olyan,
hogy a földre érve, a ned-
vesség behatására lassú
forgó mozgás közben he-
gyes csúcsukkal a talajba
furódnak, ilyenek általá-
ban a farkazott álmag-
termések, és a hosszú
szálkás pelyvával ellá-
tott szemtermések, pl.
Erodium-fajok, *Stipa*-
fajok (221. ábra); és végül
a *horgonyzó termések*,
melyek sajátos jel-
lemző alakjuk és szerke-
zetüknél fogva önkény-
t a talajba ékelődnek, pl.
a *sulyom*.



221. ábra. *Stipa pennata*. A kis *Stipa* gyepek két termő egyén-
nel, igen kicsinyítve; B igen hosszú, szálkás pelyvával ellátott,
a talajba furódó termés. Kisebbitve. (Smalian.)

Dynamochor termé-
sek a földalatti termések
is, melyek, noha föld-

feletti virágokból fejlődnek, csak föld alatt érnek meg, amennyiben kialakulásuk alatt kocsányuk állandóan a föld felé nő és így a termést a talajba szorítja, miáltal a faj fennmaradása és elterjedése a legegyszerűbb módon van biztosítva, pl. *Arachis hypogaea*, *Trifolium subterraneum*. Ismeretesek oly növények is, amelyek kétféle termést érlelnek, földalattit és földfelettit; a földalattiak szintén dynamochor termések, a földfelettiak ellenben ezektől különböző biológiai értékűek, pl. *Vicia amphicarpa*, *Lathyrus amphicarpus*.

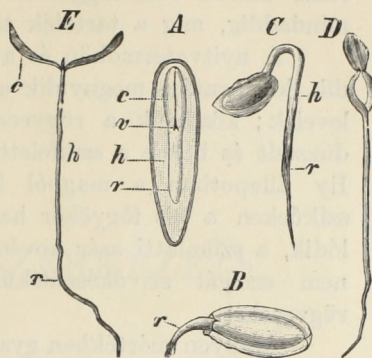
Számos dynamochor termés terjesztését a szél vagy állatok is közvetítik, mint pl. sok parittyázó, furódó és horgonyozó termés terjesztését.

f) Csirázás, csiranövény.

A talajba került magvak kedvező körülmények között, aminők a szükséges nedvesség, kellő meleg és levegő behatása, majd rövidebb, majd hosszabb idő eltelte után csirázásnak indulnak.

Ezen folyamat abban áll, hogy a mag héja a nedvesség behatására megpuhul, a víz ennek folytán a mag belsejébe jut, erre a magban rejlő embrió a magfehérjében vagy vastag szikleveleiben felhalmozódott, és most fokozatosan oldódó tartalék-táplálóanyagok felhasználásával erősen növekedni kezd, utóbb tetemesen erősödött gyököcskéjével a mag csirázó csatornáján kilép és a megpuhult maghéjat teljesen felrepeszti. Gyököcskéje a talajba hatolva fokozatosan erősebb gyökérré alakul, az embrió többi részei pedig, melyek eközben szintén kisebb nagyobb mértékben megerősödtek, a maghéjból mindinkább kibontakoznak, kiemelkednek és így a teljesen kiszabadult embrió fiatal csiranövénnyé alakul, mely most gyorsan tovább nő és előbb-utóbb az anyanövénnyel alaki tulajdonságaiban teljesen megegyező, vagy ahhoz hasonló növénné fejlődik (222. ábra).

A magba zárt embrió táplálkozását kezdetben mindenütt a csirafüggesztő közvetíti; néhol különbözőképp tovább növekedve, még azután is mint az embrió táplálószerve szerepel, amennyiben a szükséges táplálékot hozzávezeti; legtöbbször azonban továbbnövekedésével az embriót a magfehérjébe mélyeszi és akkor maga az embrió egész felületével veszi fel a szükséges táplálékot az őt környező magfehérje szövetéből. Így történik az különösen nyitvatermőkön és magfehérjés maggal bíró kétszikűeken; ahol a magban nincs magfehérje, hanem az összes tartalék-táplálék az embrió szikleveleiben van, ott csirázáskor az embrió a magban többnyire zárva maradt sziklevelekből nyeri első táplálékát; előbbi esetben a csirázás mindig földfeletti sziklevelekkel, utóbbi esetben többnyire földalatti sziklevelekkel megy végbe. Egyszikű növényeken a magvak mindig magfehérjések, az embrió pedig legtöbbször sajátos szívókésszerűlével bír, mely szorosan a magfehérjéhez simul és belőle a



222. ábra. *Thuja occidentalis*: A érett magvának hosszanti átmetszete, r gyököcske, h szikalatti szár, v rügyecske, c sziklevelek; B—E a csirázás fokozatos stádiumai. A 5-ször nagyítva, B és C kétszer nagyítva, D és E természetes nagyság.

(Strasburger.)

kicsírázó növényke számára a táplálékot felszívja ; ritkábban, mint pl. pálmákon, ily külön szívókészülék nem fejlődik, hanem a szíklevélnak felső, kiszélesedett része marad összefüggésben a magfehérjével és szerepel szívókészülékként mindaddig, míg a tartalék táplálékkészlete tart.

A nyitvatermőkön és a kétszikűeken a gyököcskéből a főgyökér fejlődik ki, azután megnyúlik a szíkalatti szár, és rajta kettes számban a szíklevelek ; közöttük a rügyecske foglal helyet, mely ilyenkor már jókorára duzzadt és belőle a szíkleletti szár ágrendszerével és lombozatával fejlődik ki. Ily állapotban a magból kelő fiatal növényke a *csiranövényke*. Az egy-szikűeken a kis főgyökér hamar elvész és helyette számos mellékgyökér fejlődik, a szíkalatti szár kevésbé nyúlik meg, rajta az egyetlen szíklevél, ha nem szolgál szívókészülékül, mindenkor hüvelyszerűleg borítja az egész rügyecskét.

Amilyen mértékben gyarapodik a csiranövény gyökérzete, oly mértékben gyarapodik a rügyecskéből kialakuló szár ágrendszere, a csiranövényből kis *csemete* lesz, a csemetéből végül lesz a kifejlett növény.

Általában csak az anyanövénytől elvált magvak csíráznak ki, ha kedvező helyre és megfelelő viszonyok közé kerülnek ; ismeretes azonban néhány növény, mely alkalmazkodva sajátságos termőhelyéhez, érett termését vagy magvát nem hullatja le, hanem a magvak csírázása az anyanövényen indul meg és csak a bizonyos fokig kifejlődött fiatal csiranövények válnak le az anyanövényről ; ily növények *elevenszülőknek* neveztetnek és ezen jelenséget *elevenszülésnek* (*viviparismus*) mondják, pl. *Rhizophora Mangle* (10. tábla). Bizonyos körülmények között elevenszülés mint rendellenesség is bekövetkezik, pl. *Impatiens* ; gabonaneműink szemtermései is tartós meleg esős időben a kalászban csíráznak ki stb. ; általában e jelenséget oly növényeken észleljük, amelyeknek magvai megérésük előtt már csírázásra képesek.

Vannak magvak, amelyeknek csírázási képessége megérésükkel összeesik, és amint lehullanak, kedvező helyre kerülve, rögtön ki is csíráznak, pl. *fűz*, *gyermekláncfű* ; a legtöbb mag azonban megérése után majd rövidebb, majd hosszabb ideig nyugalomban marad és csak ezen nyugalmi időszak letelte után képes kicsírázni. Egyéves növények magvai legnagyobbbrészt a megérésüktől számított következő évben csíráznak, de csírázási képességüket tovább is megőrizhetik. Keményebb maghéjjal bíró magvak általában sokkal későbbben csíráznak és csírázási képességüket is hosszabb ideig tartják meg, mint a puha, hártyás maghéjjal bíró magvak. Ismeretesek olyan magvak, amelyek csak 4—9 év elmúltával csíráznak és csírázási képességüket még hosszabb időre is megőrizhetik, pl. *Euphorbia*-fajok ; a *Cedrus* magvai állítólag harminc évnél tovább is megtartják csírázási képességüket.



A NÖVÉNYEK BELSŐ SZERKEZETE.



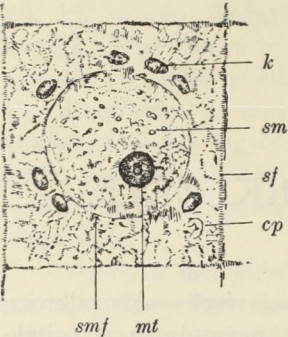
BEN A fejezetben a növények finomabb, nagyrészt csakis mikroszkóppal látható szerkezetével foglalkozunk, nevezetesen a sejtekkel és a sejtekből álló szövetekkel. A növények testének belső szerkezetét különböző szempontokból tárgyalhatjuk. A sejtek és szövetek alaki és anyagi sajátosságait, valamint ezek élettani működését és feladatát általános szempontokból az *általános növényhisztológia* tárgyalja; azoknak a növény háztartásával, nevezetesen a táplálkozással és általában az anyagcserével, továbbá a szaporodással, mozgási tünetekkel stb., szóval a növény testében végbemenő összes fiziológiai jelenségekkel kapcsolatos sajátásaival pedig a *fiziológiai növényhisztológia* foglalkozik. Ehhez az ágazathoz tartozik a mechanikai növényhisztológia is, amely a sejteknek és a szöveteknek szerkezetében és elrendeződésében a növényi test architektúráját ismerteti és azt, hogy az anyag legtakarékosabb felhasználása mellett, milyen szöveti szerkezet biztosítja a növény szilárd állását: a szélnek, nehézségi erőnek stb. való sikeres ellenállását. Külön ágazat a *rendszer-tani növényhisztológia*. Ennek tanai egyrészt azon alapulnak, hogy az egymással rokon növények hisztológiai szerkezetében kifejezésre jut a rokonság, másrészt pedig azon, hogy a különböző növényfajok és nemek között, nemcsak külső sajátágaikban, hanem hisztológiai szerkezetükben is különbségek vannak. Ezeknek az alaptételeknek figyelembe vételével állapítja meg ez a tudományág az egyes növényfajok, nemek és családok összehasonlító hisztológiáját.

A továbbiakban az általános növényhisztológiával foglalkozunk, de esetről esetre figyelembe vesszük a többi ágazatok fontosabb eredményeit is, amelyek különböző szempontok szerint világítják meg előttünk a növény szerkezeti berendezéseit és általában a növény egész lényét.

A növények sejtjeiről.

Bármily bonyolult is legyen valamely növény testének szerkezete, és benne az elemi alkotórészek bármily változatosak is legyenek, az összetevő egység alapján véve mindig ugyanaz: *a sejtfallal körülvett sejt*. A növényi sejt

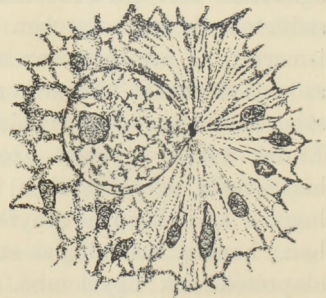
alakjában és nagyságában tapasztalható különbségek, a növény testének teljes kifejlődése folyamán alakulnak ki. A kiinduló ponton pedig, amit általánosságban *embrionális állapotnak* mondunk, a növény sejtjei mind egyformák. Ha megvizsgáljuk a magban a csira szövetét, vagy a kifejtett növényen a növekedésben levő csúcsok sejtjeit, úgy ezeken még nyomát sem látjuk annak a változatosságnak, amit a kifejtett részek sejtjein tapasztalunk. Az embrionális állapotú sejteken tehát bizonyos általános sajátságokat tapasztalunk: *a növényi sejt alaptulajdonságait*.



223. ábra. A tenyészőcsúcs egy sejtje. *sm* sejtmag; *smf* a sejtmag fala; *k* kromatofóra; *cp* citoplazma; *sf* sejtfal. 1000-szer nagyítva. (Strasburger.)

Ilyen embrionális állapotú szövetet látunk a 280. és 281. ábrán. Ha az ilyen szövetnek egy sejtjét behatóbban akarjuk megvizsgálni, úgy ahhoz erősebb nagyítás szükséges, amidőn is abban, megfelelő festési eljárások alkalmazása mellett, a következő alkotórészek különböztethetők meg. (223. ábra.) Legkívül határolja a sejtet a sejtfal (*sf*), amely, a szövet belsejében, a szomszédos sejtek közös tartozéka. A sejtfal által körülzárt tér a sejttöreg, melyben a sejt különböző alkotórészei foglalnak helyet. Így elsősorban a többnyire gömbalakú sejtmag (*sm*, *nucleus*), melynek finoman pontozott anyagából kiválik a magtestecske (*mt*, *nucleolus*). A sejtmag és a sejtfal között finoman szemcsés, plasztikus anyag foglal helyet, a citoplazma (*cp*), melyben, a sejtmag közelében, apró, erősen fénytörő testecskek, a kromatofórák (*k*, *chromatophor*) különböztethetők meg. A citoplazma, a sejtmag és a kromatofórák együttesen alkotják a *protoplazmát*. Az elősorolt alkotórészek jellemzik a növényi sejtet, amelytől az állati sejt a szilárd sejtfal és a kromatofórák hiánya, valamint a sejtmag mellett levő centrozóma jelenléte által különbözik. Utóbbihoz hasonló testecske azonban, a továbbiak szerint, egyes alsóbbrendű kriptogám növények sejtjeiben is előfordul.

A növényi sejtek leírt szerkezetének különféle változásait, módosulatait ismerjük. Így a sejtmag a baktériumsejtekből hiányzik, vagy legalább is eddig még ezekben nincs kimutatva. Különben egyáltalán kérdéses, hogy a baktériumok a fenti értelemben vett sejt, vagy a sejtmag értékével bírnak-e? A hasadó vagy kék moszatok sejtjeiben a sejtmag szerepét a központi testecske tölti be, amely azonban a tulajdonképeni sejtmagtól alkotásában elüt. Míg a kromofita növények sejtjeiben rendesen egy sejtmag foglal helyet, addig a telepes növények egy nagy részének, különösen a gombáknak és a tömlőmoszatoknak sejtjeiben számos apró sejtmag van.



224. ábra. A *Fucus serratus* egészen fiatal példányának sejtmagja, a környező citoplazmával. A sejtmag jobb oldalán a centroszóma-féle testecske van, mely körül a plazma sugarasan helyezkedik el. 1000-szer nagyítva. (Strasburger.)

A növénysejt rendes szerkezetéhez képest eltérést tapasztalunk egyes alsóbbrendű telepes növények sejtjein, — amint már említém, — még abban is, hogy ezekben a sejtmag mellett, az állati sejtekben előforduló centrozómához és centriolához hasonló testecske is előfordul (224. ábra).

A sejtfal, a növénysejt egyik jellemző alkotórésze, egyes esetekben hiányzik. Így a nyálkagombák plazmódiumán, moszatok rajzospóráján, valamint a megtermékenyítés előtt a magasabbrendű növények petesejtjén sincs meg.

A kromatofórák a gombák és a baktériumok plazmájából hiányzanak.

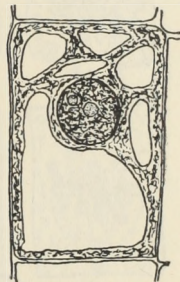
Ha az embrionális szövet tovább fejlődik, úgy sejtjei különböző változáson mennek át. Eleinte a citoplazma, vagy röviden a plazma, az egész sejtüreget kitölti (223. ábra). Később a sejtek növekednek és nagyrészt a növény tengelye irányában megnyulnak, miközben plazmájuk eleinte kisebb, később nagyobb üregeknek, a *vakuoláknak* ad helyet. (225. ábra.) A vakuolák végül összeolvadnak és a sejt belseje egyetlen vakuulává alakul, amelyet a sejtfalhoz símuló plazmaréteg vesz körül. Ezalatt a sejtmag nemcsak helyzetét, hanem alakját is megváltoztatja.

Az embrionális állapotú sejtben a sejtmag aránylag nagy, többnyire gömbölyded; később a sejt növekedő terjedelmének kisebb részét foglalja el és citoplazmával állandóan körülvéve, majd a vakuolák közötti plazmaszálak egyesülése helyén, a sejt belsőbb részében (225. ábra), majd pedig a sejtfalhoz símulva foglal helyet, korong, orsó vagy néha elágazó alakot véve fel. Az egészen kifejlett sejtekben a plazma a sejtfal mentén már csak igen vékony réteget alkot. Ez a réteg oly vékony is lehet, hogy a sejt csakis sejtfalból és sejtüregből állónak látszik.

A vakuolák tartalmazzák a *sejtnedvet*, vagyis az anyagcsere különféle folyékony anyagainak.

A sejt kifejlődése közben a sejtfal is jelentékeny változásokon megy át. Az eredetileg igen finom sejthártya, amelyet elsődleges (primär) sejtfalnak nevezünk, hovatovább vastagodik (232. ábra); a legtöbb esetben belülről reá újabb és újabb sejtfalrétegek rakódnak. Ezek a rétegek alkotják a másodlagos (secundär) sejtfalréteget, amelynek legbelső, a sejtüreget körülvevő finom rétege a harmadlagos (tertiär) réteg. A sejtfalnak ez a vastagodása, annak nem minden részén történik egyformán, hanem egyes pontjain, vagy kisebb-nagyobb kiterjedésű részein a vastagodás elmaradhat. A sejtek alakján és nagyságán kívül főleg a sejtfal eme vastagodása szerint különböztetjük meg az egyes *sejtfajtákat*.

Míg a sejtfal a sejtnek élettelen részét képezi, melynek a sejt életműködéseiben csupán fizikai szerep jut, addig a protoplazma különböző alkotórészei az életműködések székhelyét teszik. Ezeknek a működése által jön létre az osztódó szövetekben időről-időre a sejtek kettéoszlása, és — a sejt fejlődésének további folyamán — a sejtfal vastagodása. Ezek dolgozzák át a táplálóanyagokat, váladékokat stb.; és a petesejt protoplazmáját kell felruháznunk azzal a tulajdonsággal is, hogy a belőle kifejlődő növény összes alaki és élet-tani sajátosságait magában hordja.



225. ábra.

A tenyészcsőcsűcs mögött levő szövet-részből vett sejt. 500-szor nagyítva (Strasburger).

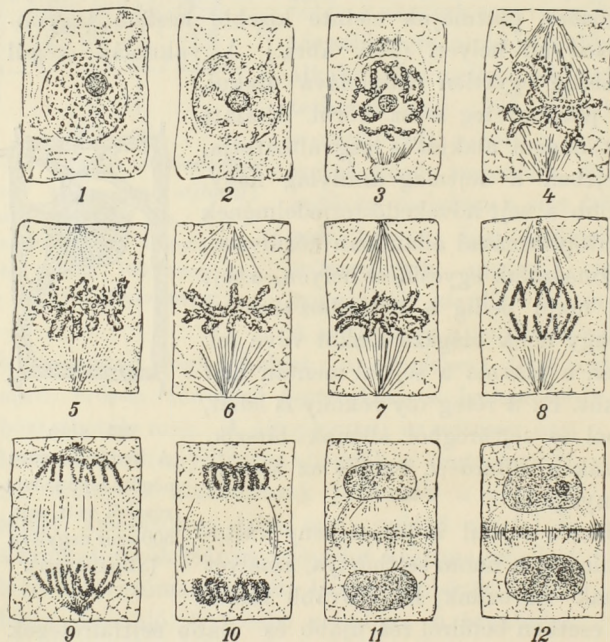
Az előbbieken a növényi sejt szerkezetét nagyjából röviden összefoglaltuk; vegyük most annak egyes alkotórészeit sorba, és foglalkozunk azokkal külön-külön.

A *sejtmag* a sejt legfontosabb része, egyebek között azért, mert a sejt egyik legfőbb életműködésében, az osztódásban, vagyis a sejtek szaporodásában, a sejtmag osztódása képezi a kiindulási pontot; nemkülönben azért is, mert a protoplazmában a sejtmagot tekinthetjük a növény összes sajátságai hordozójának.

A sejtmag és ennek jelentősége, az összetett mikroszkóp feltalálása óta úgyszólván állandóan vizsgálat tárgyát teszi. Viszonyainak kellő megismerésével kapcsolatos

az élet számos problémájának megoldása. Ez okból, az élőlények testének részei és anyagai között, a sejtmag képezi egyszersmind azt a legapróbbegységet is, amelynek sajátságait, életműködéseit és egész jelentőségét, a modern vizsgálati eszközök segítségével hovatovább behatóbban igyekszik kikutatni a tudomány.

A sejtmag szerkezetéből, rendes körülmények között, a legerősebb nagyítás és a megfelelő rögzítés és színezés mellett is lényegében alig látunk többet, mint amennyit a 223. ábra feltüntet. Belseje hálózatos



226. ábra. Osztódásban levő vegetatív sejtnek egymásután következő állapotai. 600-szor nagyítva. (Strasburger).

fonadékból áll, amelynek anyagában igen apró szemecskék láthatók. A fonadék anyagát *linin*-nek, a szemecskéket *kromatin*-nak nevezzük. Kiválik a sejtmag belsejében a *magtestecske* (nucleolus), egyesével vagy többesével.

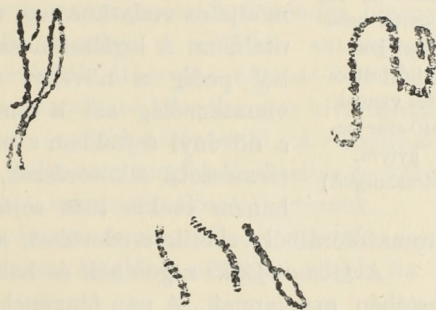
A sejtmag leírt szerkezetében, közvetlenül a sejt osztódása előtt változás áll be: a sejtmag gombolyagszerűen hálózatos anyaga egyes részekre tagolódik (226. ábra, 2), amelyek mind jobban és jobban összehúzódnak és rövid fonaldarabokká, ú. n. *kromoszómákká* alakulnak. Ezekben megkülönböztethetők az alapanyag és az apró, tömörebbnek látszó testecskek, amelyek korongszerűek és a zalapanyag által egymástól elválasztva foglalnak helyet a kromoszómák egész hosszában (226. ábra, 3–7). Ezeket kromoszóma-testecskének vagy *idek*-nek nevezzük (227. ábra). Az idek egyúttal határát képezik annak, amit a kromo-

szómák anyagából, mikroszkóp segítségével meg tudunk különböztetni. Az idek a növénysejtnak és így az egész növénynek igen fontos alkotórészei, amelyeket *Strasburger* a növény örökölt tulajdonságainak anyagi székhelyei gyanánt tekint. Elméletileg pedig minden ilyen idben még számtalan öröklési egységet tételez fel. Ezek a feltételezett, végtelen apró részecskék öröklési egységek, vagyis az örökölt sajátságok hordozói: a *pángén*-ek.

A sejtmag osztódása, a kromoszómák kiválása után (226. ábra, 3) azzal folytatódik, hogy az egyes kromoszómák hosszukban kettéhasadnak; eközben pedig a sejt két átellenes falának közepe, az ú. n. sarkok felé, sugarasan elhelyezkedő plazmaszálak húzódnak, és a kettéhasadt, de még egymással összefüggő kromoszómák, a sejt közép (ekvatoriális) síkjába helyezkednek (226. ábra, 4—7), mialatt a magtestecske feloszlik. A sejt középsíkjában elhelyezkedett kromoszóma-felek egymástól elválnak és egyik felük az egyik, másik felük a másik sarkhoz vonul (226. ábra, 8, 9). A sarkokon a kromoszómafelek ezután ismét gomollyá alakulnak, fonalas szerkezetük elvész, és a magtestecskék kiválásával párhuzamban, kialakul a két új sejtmag (226. ábra, 10—12). A két sarkhoz nyúló plazmaszálak eközben a sejt középsíkján megvastagodnak, és az így létrejövő sejtfallemez az új-, vagyis a leány-sejtmagok teljes kialakulásáig, szintén átalakul a leánysejteket elválasztó sejtfallá. A leírt osztódási folyamat mellett a sejtmag kromoszómái minden egyes osztódás alkalmával a feleződés által megkétszereződnek, és így számuk az új sejtekben állandó, vagyis az osztódás által nem változik. Ez a szám különböző lehet, de ugyanannak a növénynek sejtmagjaiban egyforma. A legkisebb, eddig megfigyelt kromoszóma-szám 8, rendszeren azonban ennél jóval nagyobb.

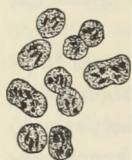
A leírt osztódástól eltérő az ivaros sejtek, vagyis az embriózsák- és a virágpor-anyasejtek létrejöttékor végbemenő osztódás, az ú. n. *redukciós osztódás*. E folyamat alatt a kromoszómák meghasadnak ugyan, azonban nem válnak ketté, hanem együtt maradnak, és így a sejtosztódás után, a létrejövő új sejtek, vagyis az említett ivaros sejtek kromoszómáinak száma az illető növény vegetatív sejteire jellemző kromoszóma-szám felét fogja csak kitenni. A teljes kromoszóma-szám pedig csak akkor fog helyreállni, ha a virágpor sejtmagja a petesejt magjával egyesül, vagyis a megtermékenyüléskor. Ezután az embrió, valamint a belőle kifejlődő növény sejtei ismét teljes számú kromoszómákkal fognak bírni.

A sejtmag leírt osztódását indirekt vagy kariokinetikus osztódásnak nevezzük. A legtöbb esetben, ily módon szaporodnak a növénytest sejtei. Csakis bizonyos határozott esetekben: alsóbb rendű növényekben és a magasabb rendűek idős sejteiben fordul elő a direkt, vagy fragmentációs sejtmagoszlás.



227. ábra. A kanadai lilium virágpor-anyasejtjeinek redukciós osztódásakor szétváló és egyesülő kromoszómák és a bennük látható idek. 1800-szor nagyítva. (Strasburger.)

Az osztódó sejtek új választófala, a magasabb rendű növények testében, rendszeren a leírt módon keletkezik; a telepes növények sejtjeinek fala azonban nem a kifeszülő plazmaszálak megvastagodása révén képződik, hanem vagy úgy, hogy az a plazmában réteg alakjában válik ki, vagy pedig oly módon, hogy a sejt falán körskörül párkányszerűen kezdődik meg és hovatovább beljebb növe, végül egész sejtfallá záródik.



228. ábra.
A *Funaria*
hygrometrica
klorofill-sze-
mecskéinek osz-
tódása. A sze-
mecskék belse-
jében kemé-
nyítő-testecs-
kék vannak.
540-szer na-
gyítva.
(Strasburger.)

A sejtosztódással kapcsolatos a kromatofórák szaporodása is, ami ezeknek a testecskéknek befűződés által történő kettéoszlásában áll (228. ábra).

A centriolával bíró moszatok sejtmagjának osztódását a centriola osztódása előzi meg (229. ábra). Az ily módon létrejött két centriola egymástól távolodva, a leendő pólusokon helyezkedik el, ahol a rendes kariokinetikus osztódási folyamat útján keletkező leánymagok helyezkednek el.

A sejtszaporodás és egyáltalán az új sejtek keletkezése más módjaira vonatkozólag, terjedelmesebb botanikai munkákra kell utalnom. A legáltalánosabban előforduló, előbb leírt folyamatokból pedig a növényi sejtek szerkezetére és egész lényegére vonatkozólag azt a fontos következtetést emelhetjük ki, hogy a növényi sejtekben a *sejtmag*, a *plazma* és a *kromatofórák* olyan természetű alkotórészek, amelyek maguktól nem jöhetnek létre, hanem csakis más sejtek sejtmagjaiból, plazmájából, illetőleg kromatofóráiból vehetik eredetüket, azok kettéoszlása által.

A *kromatofórák* a gombák és baktériumok kivételével az összes növények testében megvannak. A nap fényének kitett növényi sejtek plazmájában apró, legtöbbször színes testecskék alakjában vannak meg. Ellenben az embrió és a tenyészcsoecs sejtjeiben, valamint a növény testének belső vagy földalatti részeiben, amelyek a világosságtól elzárva, a kromatofórák szintelen, erősen fénytörő testecskék. A kromatofórák háromfélék, ú. m. kloroplaszták, leukoplaszták és kromoplaszták.

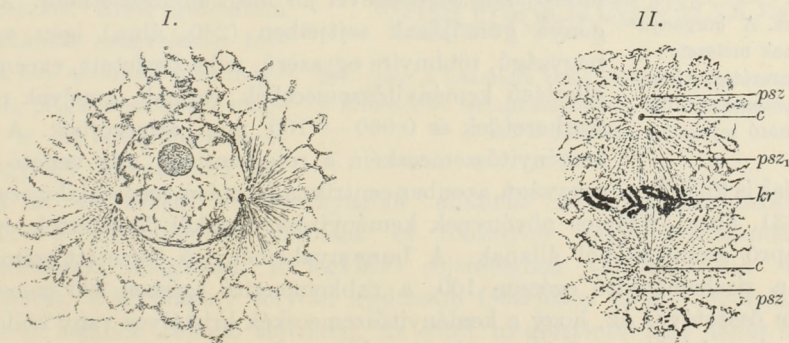
A *kloroplaszták* a növény táplálkozásának főszeközét képezik. Ezeknek a segítségével dolgozzák fel a növények a levegő szénsavtartalmának szenét, és a talajból felvett víz és ásványi táplálóanyagok felhasználása mellett a különféle szénhidrátokat hozzák létre. Ehhez a folyamathoz az erőt a nap fénye kölcsönzi. Ennek megfelelően a kloroplaszták vagy más szóval klorofill-testecskék a növény testének külső, a fénynek kitett részeiben fordulnak elő, legnagyobb mennyiségben pedig a levelek sejtjeiben (263. ábra). Alakjuk többször kissé lapított, tojásdad. Az alsóbbrendű moszatok sejtjeiben azonban csillag-, lemez- stb. alakúak is előfordulnak. Igen csinosak a Spirogyrák csavarosan elhelyezett, szalagalakú kloroplasztái (11. melléklet, 2. kép). A klorofilltestecskék alapanyaga szintelen, melyben színes szemecskék (grana) vannak. Utóbbiak tartalmazzák a zöld klorofill-anyagot, mely az alapanyagból alkohollal kivonható. A zöld színanyag mellett sárgás, úgynevezett xantofill színanyagok is előfordulnak. A klorofill vegyi rokonságban áll az állatok vörös vértestecskéinek hámoglobinjával. A kloroplaszták a cito-

plazma külső rétegében, a sejthártya közelében foglalnak helyet. A *leukoplaszták* a növénynek a fénytől elzárt sejtjeiben vannak, és a keményítőszemecskék képzésében van szerepük, amiért keményítőképzőknek is neveztetnek. A fénynek kitéve átalakulhatnak kloroplasztákká.

A *kromoplaszták* a növények élénk pirosas vagy sárgásszínű gyümölcseinek, virágleveleinek stb. sejtjeiben foglalnak helyet. Megkülönböztetjük a pirosszínű karotin és a sárga xantofill színanyagokat, amelyek közül az első többnyire tű, rombusz vagy háromszög alakú táblás kristályokban, az utóbbiak pedig amorf alakban fordulnak elő.

A protoplazma harmadik alkatrésze, mely egyúttal főtömegét képezi: a *citoplazma*. Ez félig folyékony, kocsonyás állományú test; tiszta alapanyaga a *hialoplazma*, amely — változó mértékben — szemecskéket tartalmazhat, és ez esetben *polioplazmának* nevezzük. A citoplazmát kívül, a sejthártya felé, a *határréteg* veszi körül. A belsejében keletkező vakuolák felé pedig a *tonoplaszta* határolja. Úgy a határréteg, mint a tonoplaszta nem egyéb, mint szemecsetlen plazmahártya. Ezeknek a hártýáknak a sejtek anyagcseréjében minden bizonynyal igen jelentékeny szerepük van. Míg ugyanis a sejtfalat, az anyagok vándorlásában, mint pusztán fizikailag működő, átbocsátó hártýát kell tekintenünk, addig az átbocsátott anyagokon tapasztalható következetes kiválogatás, szondirozás, e hártýák közreműködése eredményének tekintendő. A citoplazma egész anyaga hálózatos szerkezetű, ami különösen megfelelő rögzítés és festés által tűnik elő; a benne levő szemecskéket mikroszómáknak nevezzük.

Gyakran tapasztaljuk, hogy a citoplazma mozog. Ez a mozgás szétáramló (*circulatio*) vagy keringő (*rotatio*) lehet. Az előbbi alatt azt értjük, ha a

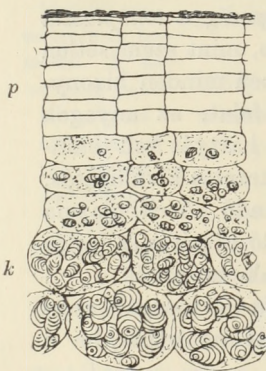


229. ábra. A *Fucus serratus* osztódó sejtmagja: I. a centriola már osztódott és a két fél egymástól távozóban van, körülöttük plazmaszálak helyezkednek el sugarasan; II. a centriolák *c* már a két póluson helyezkedtek el, és a maglemezben kettéhasadt kromoszómák *kr* foglalnak helyet; *psz* a centrioláktól kifelé, *psz₁* a kromoszómák felé irányuló plazmaszálak. 1000-szer nagyítva. (Strasburger.)

vakuoláktól megszaggatott citoplazmaszálak anyaga, a sejt belseje felé és onnan ismét kifelé, a sejthártya felé áramlik. Míg ellenben a keringő mozgás az, ha a citoplazma a benne levő szemecskékkal, testecskékkal a sejthártya mentén áramlik, egyik oldalon oda, a másikon vissza. A protoplazma

három főalkatrészén: a citoplazmán, a sejtmagon és a kromatofórákon kívül. még különféle anyagokat és testecskéket tartalmaz, amelyeket a protoplazma zárványainak nevezünk. Ezek közé sorozzuk a keményítőszemecskéket, az aleuronszemeket, a kristályokat, csersav tartalmú, olaj- és zsírsóppöcskéket, éterikus olajokat és gyantákat, nyálkát, kaucsukot, guttaperchát stb.

A magasabbrendű növények legelterjedtebb és legfontosabb szénhidrátja a keményítő. Ez a kloroplaszták asszimiláló tevékenységének első, biztosan megállapított eredménye. A levelek és általában a zöld részek sejtjeiben nap-
pal a kloroplaszták apró keményítőszemecskéket tartalmaznak, amelyek folyékony anyagokká átalakulva csakhamar tovább vándorolnak, hogy helyükbe újabb keményítőszemecskék keletkezzenek. A kloroplasztáktól létrehozott apró keményítőszemecskéket *asszimilációs keményítőnek* nevezzük.



230. ábra. A burgonya gumójának metszete: *p* a héj pararétege; *k* keményítő-szemeket tartalmazó sejtek.

Ez vándorlásra képes táplálóanyaggá, szőlőcukorrá stb. alakulva vándorol a levelekből a növény különböző részeibe, ahol vagy felhasználják a fejlődő részek sejtjeinek kiépítéséhez, vagy pedig raktározva marad a gumókban, magvakban, a fatörzsben stb., hogy mint tartalék-táplálóanyag a növénynek rendelkezésére álljon. Ezt a keményítőt *tartalékkeményítőnek* nevezzük, mely az említett részek sejtjeiben az asszimilációs keményítőnél sokkal nagyobb szemek alakjában fordul elő. E keményítőszemecskék alakja és nagysága a különböző növények szerint változó, úgy hogy pl. a burgonya-, rizs-, búza-, zab-, kukorica-, paszuly stb. tartalék-keményítője mikroszkóp segítségével jól megkülönböztethető. A burgonya gumójának sejtjeiben (230. ábra) igen változó nagyságú, többnyire egyszerű, néha összetett, excentrikus alkotású keményítőszemecskék vannak, amelyek réteges szerkezetűek és 0.060—0.100 mm. átmérőjűek. A búza keményítőszemecskéin a rétegzettség alig vehető észre.

Utóbbiak is különböző nagyságú, azonban centrikus alkotású, lencsealakú szemecskék (231. ábra). Számos növénynek keményítőszemecskéi összetettek, vagyis több apró szemecskéből állanak. A burgonyakeményítő összetett szemecskéi 2—4, a rizskeményítő egészen 100, a zabkeményítő egészen 300 szemecskéből van összetéve. Az, hogy a keményítőszemecskék kristályos vagy kolloidális anyaguak-e, kérdéses. Sajátságaikból mind a kettőre lehet következtetni, miért is pl. *Kraemer* kristályos és kolloidális anyagban dúsabb illetőleg szegényebb rétegek váltakozását tételezi fel. Ezzel szemben *Fischer H.* kolloidális, *Meyer A.* és mások pedig kristályos szerkezetet tulajdonítanak a keményítőnek. Utóbbiak szerint, a keményítőszemecskék, rétegzettségüknek megfelelően, sugarasan elhelyezett, finom, túalakú kristályokból volnának összetéve.

A növények testében igen jelentékeny mennyiségű tartalékkeményítő halmozódhat fel. A burgonyagumónak negyedrészt, a búzának majdnem háromnegyedrészt keményítőszemecskék teszik. A tiszta keményítőt az illető növényi rész összeaprítása és iszapolása segítségével lehet kiválasztani.

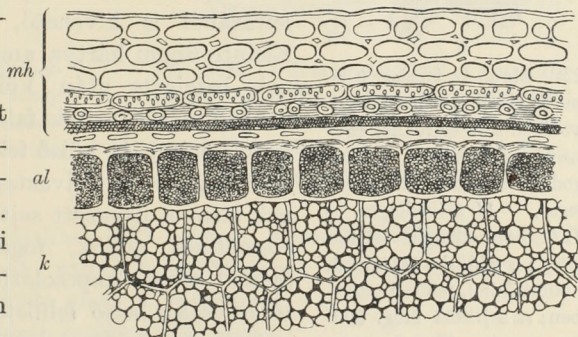
Az őrlés által nyert liszt természetesen nemcsak keményítőből áll, hanem az illető sejtek többi összeroncsolt részeit is tartalmazza. A fák törzsében a bélsugársejtek és általában a faparenchima-sejtek tartalmaznak sok, aprószemű tartalékkeményítőt. Ez azonban a fából nem léven jól kiválasztható, nem használható. A magvak, gumók keményítője csirázáskor, diasztatikus fermentumok által, vándorlásra képes glükózákra bomlik. Ilyen alakban használja azt fel a fejlődő csíranövényke. Hasonló módon átalakul és elvándorol, legalább részben, a szár, illetőleg a fatörzs tartalékkeményítője akkor, ha virágzás után a magtermés következik. A törzs tartalékkeményítője ugyanis először glükózák alakjában a megtermékenyített petesejt környékére, vagyis a magvak táplálósövetébe (endospermium) vándorol, hogy itt újból tartalékkeményítővé alakuljon. Ebből az okból, magtermés után, a fatörzs és az ágak keményítőtartói kiürülnek, és sok esetben több évre van szükség, hogy újból megteljenek, vagyis, hogy újból dús mag-, illetőleg gyümölcstermő esztendő következék.

A keményítő $(C_6H_{10}O_5)_n$ összetételű szénhidrát. Vízzel fel főzve csirizzé változik. Poláros fényben a keményítőszemecskék sötét keresztet mutatnak. Jellemző a keményítőszemecskékre, hogy jóoldattal kezelve megkékülnek.

A protoplazma zárványai közé soroljuk az *aleuronszemecskéket*. Ezek különösen olajtartalmú magvakban fordulnak elő, azonban más magvakban, pl. gabonaféléink magjában is. Az aleuronszemecskék egy-egy vakuolában fej-

lődnék ki és főként fehérjeanyagból állanak. Az aleuronszemecskében vannak a gömbölyded *globoidok* és többnyire fehérjekristalloidák is. Gabonaféléink magjában, a legkülső sejtrétegben található sok aleuron (231. ábra). E körülmény folytán legdúsabb fehérjében és így legtáplálóbb a búzaszem héjához tapadó sejtréteg. Az ettől megfosztott liszt tehát táplálóerőben szegényebb. Az aleuronszemek jóoldattal sárgásbarnára festődnek.

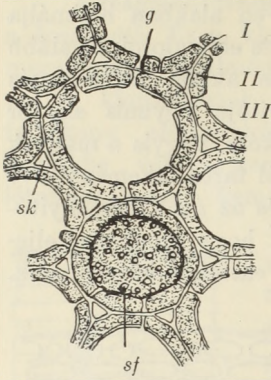
Fehérjekristalloidák — az aleuronszemeken kívül — előfordulhatnak a kromatofórákban, néha a sejtmagban, magvak és gumók sejtjeiben stb. Igen gyakoriak a növény legkülönbözőbb részeiben a sósavas *mészkristályok*. Ezek a sejtnak nagy részét kitöltő, egyenként álló, tetragonális vagy monoszimmetrikus kristályok lehetnek; vagy pedig aprók és egy sejtben többesével foglalnak helyet. A *raphidok* igen finom tűalakú kristályokból álló kévék; különösen az egyszikű növények sejtjeiben gyakoriak. Legelterjedtebbek a buzogányalakú kristályhalmazok, az ú. n. kristálydruzák. A sósavas mészkristályoknak a növény háztartásában az a jelentősége, hogy keletke-



231. ábra. A búzaszem külső részletének keresztmetszete: *k* keményítőt tartalmazó sejtek; *al* aleuronos sejtréteg; *mh* a búzaszem héja.

zésük által megkötik a sejtekben levő sósavasavat, mely a fehérjék keletkezése helyén mint melléktermény válik ki.

A vakuolák tartalmazzák a *sejtnedvet*. Ez különféle anyagokból áll; főleg pedig vízből és oldott szénhidrátokból, ú. m. cukrokból, különösen pedig *glükózák*ból. Ezenkívül a sejtnedvben *cseranyagok*, *alkaloidák*, *glükózidák*, *organikus savak*, valamint *anorganikus sóoldatok* is előfordulnak. A sejtnedv különféle színes anyagokat is tartalmaz, különösen pedig *anthokyan* színanyagokat, melyek különféle árnyalatú kék-, piros- vagy ibolyaszínűek lehetnek. A virágok színeit a sejtnedv különféle színanyagai, valamint ezeknek egymás között és a pirosas meg sárgás kromoplaszták és zöld kloroplaszták között való kombinációi okozzák.

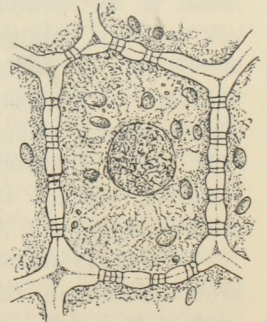


232. ábra. Az iszalag (*Clematis vitalba*) szára belsővetében levő sejteknek egyszerű gödörkéekkel vastagodott sejtfallai: *I.* elsődleges, — *II.* másodlagos, — *III.* harmadlagos sejtfallaréteg; *g* gödörke; *sf* sejtfall, gödörkéekkel, felületi nézetben; *sk* sejtközi üreg. 300-szornagyítva. (Strasburger.)

nek a meglevő réteg részecskéi közé való berakódásában (*intussusceptio*) áll és különféleképpen történhetik. A változatosság különösen abban nyilvánul meg, hogy a sejtfall vastagodása egyes pontokon vagy felületrészeken nem következik be. Ha a sejtfall vastagodása egyes apró, kör alakú felületen marad ki, úgy a sejtfallban cső- vagy más alakú mélyedés támad, amit *gödörkének* (porus) nevezünk (232. ábra).

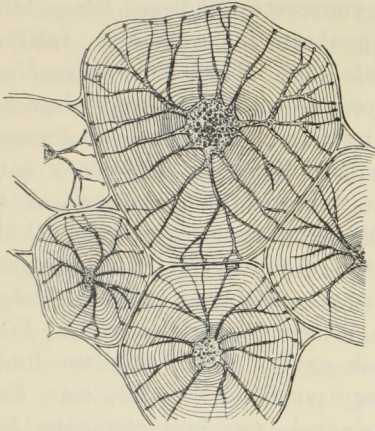
A szomszédos sejtek gödörkéi az elsődleges sejt-hártyának ugyanarra a pontjára, egymással szembe nyílnak és így egymással kapcsolatban állanak; illetőleg azokat egymástól csupán az elsődleges sejtfallaréteg választja el, amely a vizet és a benne oldott anyagokat át bocsátja, miáltal ezek a gödörkéken át sejtről sejtre vándorolhatnak. Annak dacára tehát, hogy a növényi sejtek szilárd hártyával körülvéve, egymástól élesen elhatárolt részeit képezik a növény testének, az, hogy a szomszédos sejtek gödörkéi egymással összeillesztvék,

A növényi sejt egyik jellemző alkotórésze a *sejt-fal*. Ez, amint a sejtosztódás folyamatának előbbi leírásából is kivehető, a plazmából veszi eredetét. Eleinte finom hártya, amely a sejt térfogatnövekedésének befejezte után különféleképpen vastagszik meg. Szabadon álló sejtek fala, így pl. a virágporsejtek és spórák hártyája külső felületén is vastagodhatik, amit *centrifugális* sejtfallvastagodásnak nevezünk. Így jönnek létre a nevezett sejtek felületén kiálló tűk, élek, szemölcsök, göbök, fogak stb. A szövetekben egymással szoros kapcsolatban lévő sejtek fala természetesen csakis belső felületén, vagyis *centripetális* módon vastagodhatik. Ez a vastagodás újabb és újabb sejtfallarétegek lerakódásában (appositio) és apró részecské-

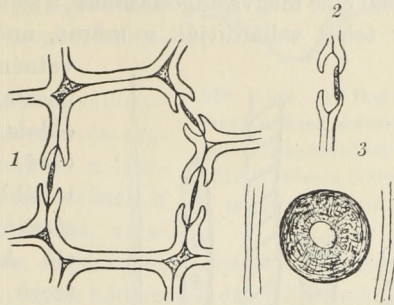


233. ábra. A fagyöngy (*Viscum album*) kéregsejtje. A sejtfallban a plazmodezmák láthatók. A sejt belsejében sejt-mag, kromatofórák és plazma vannak. 1000-szornagyítva. (Strasburger.)

mégis arra mutat, hogy a sejtek összessége *egységesen szervezett* testet képez. Méginkább bizonyítja ezt azonban az a körülmény, hogy a gödörkéek elválasztó hártáján, az ú. n. záróhártján, sőt a sejtfal többi részén is, finom plazmaszálak hatolnak át egyik sejtből a másikba, összekötve egymással a szomszédos sejtek plazmáját. A sejtfalon át-



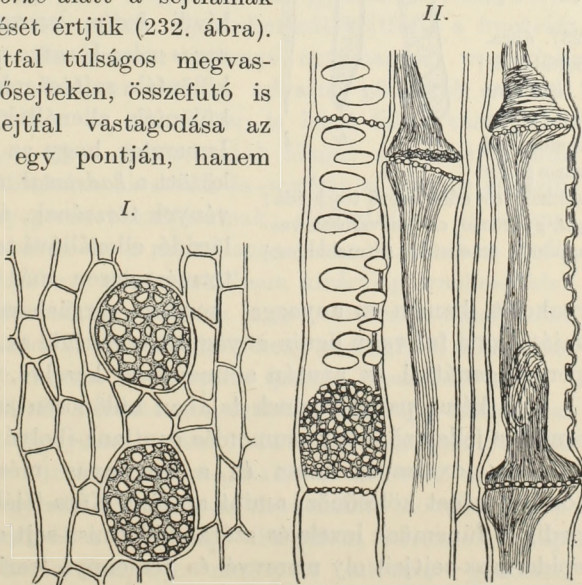
234. ábra. A kokuszdió (*Cocos nucifera*) termésének héjából vett kősejtek (szklereidák). A vastag sejtfalakban összefutó gödörkéek láthatók. (Weiss.)



235. ábra. Udvaros gödörkéek a *Pinus sylvestris* tracheidáin: 1. keresztmetszetben, kifejlesztett torusz-szal; 2. a jobboldali szádhoz simult torusz-szal; 3. alapnézetben. 540-szer nagyítva. (Strasburger.)

hatoló eme finom plazmaszálakat (233. ábra) *plazmodezmáknak* nevezzük.

A sejtfal vastagodásának, vagyis a gödörkéeknek többféle alakját különböztetjük meg. *Egyszerű gödörke* alatt a sejtfalnak egyszerű, csőalakú bemélyedését értjük (232. ábra). Az egyszerű gödörke, a sejtfal túlságos megvastagodása esetében, pl. a kősejteken, összefutó is lehet (234. ábra). Ha a sejtfal vastagodása az elsődleges falnak nemcsak egy pontján, hanem aránylag nagyobb, köralakú felületén kimarad, mely fölé azonban a lerakódó sejtfalrétegek hovatovább mélyebben benyúló párkányzatot alkotnak (235. ábra), azt *udvaros, gödörkés* vagy *vermes vastagodásnak* nevezzük. Különös módja a sejtfalvastagodásnak a *rostalemezkes vastagodás*. A rostalemezek aránylag nagyobb területű, finom részei a sejtfalnak, amelyek maguk még rosta módjára át vannak



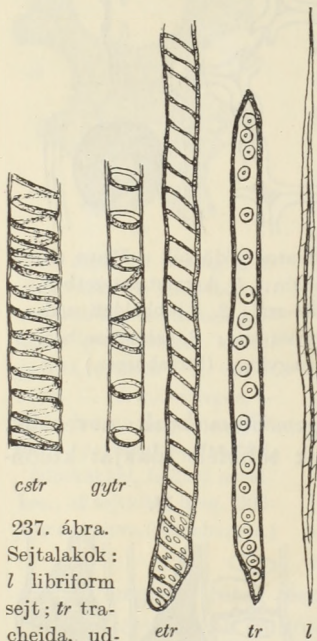
236. ábra. A tök (*Cucurbita pepo*) rostacsövei: I. keresztmetszetben; II. hosszsmetszetben. (Sachs.)

lyukgatva (236. ábra). A sejtfal ezenkívül kiálló, csavar- vagy gyűrűalakú, vagy hálózatosan elágazó lécekkel lehet vastagodva (237. ábra), amint azt különösen az edényeken és tracheidákon tapasztaljuk.

A szárképletek epidermisze alatt, az úgynevezett elsődleges kéreg külső sejtrétegein, a sejtfal vastagodásának igen gyakran azt a módját találjuk, hogy a falak csakis a sarkokban vastagodnak (238. ábra). Ezt *kollenchimás* vastagodásnak nevezzük, és sajátása az ilyen szöveteknek, hogy dacára a sejtfal eme megvastagodásának, a sejtek mégis nyúlásra, növekedésre alkalmasak. Így tehát szilárdítják a szárát, anélkül azonban hogy növekedésének gátat

vetnének. A sejtfalegyoldali vastagodását tapasztaljuk az epidermisz sejtjein, melyeknek külső oldala többnyire aránytalanul megvastagszik (242, 246. ábra). A sejtfalnak igen sajátosságos továbbfejlődése a *cisztolit*, amely pl. a *Ficus elastica* levelének egyes nagy sejtjeiben fordul elő. A sejtfal egy pontjából kiinduló eme fűrt-szerű képződménynek membrán-anyagába kalciumkarbonát rakódik le.

A sejtfal anyagai között legáltalánosabb és legjelentékenyebb a *cellulóza*. Sajátosságai közül kiemeljük, hogy $(C_6H_{10}O_5)_n$ összetételű, klórcinkjóddal ibolyaszínt vesz fel és rézoxidammónia oldja. A sejtfalnak mintegy alapanyagát teszi, amely mellett, vagy amelybe berakódva még más anyagok, ú. m. *pektin*, *fa-* és *paraanyagok*, ezeken kívül *kutin*, *cseranyagok*, *oxalsavas mész*, *szénsavas mész*, *kovasav* stb. lehetnek. Ezek a sejtfalnak különféle sajátosságokat: szilárdságot, merevséget, különféle ellenállóképességet stb. kölcsönöznek. Ismeretes, hogy az elfásodás anyagai, — melyek között a *hadromal*-nak jut a főszerep, — a fás növények törzsének, ágainak, gyökerének fáját szilárddá, ellenállóvá teszik. A fajok klórcinkjóddal természetesen már nem adják a kék cellulóza-



237. ábra.
Sejtalkok:
l libriform
sejt; tr tra-
cheida, ud-
varosgödör-
késsel; etr edényszerű tracheida;
gytr gyűrűsen, cstr csavarosan vas-
tagodott tracheida. (Strasburger.)

reakciót, hanem ez anyaggal kezelve, sárgásbarna színt vesznek fel. Jellemző sajátása a fa- vagy lignin-anyagnak ezenkívül az, hogy először 1%-os kálium-permanganáttal és azután ammoniával kezelve, piros színt vesz fel.

A kéreg parasejtjeinek falában különösen *szuberin*, paraanyag fordul elő, amelyre jellemző, hogy ammoniás gentiana-ibolyával kékre festődik.

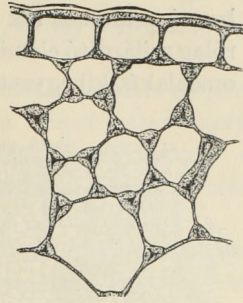
Az oxalsavas mész és a szénsavas mész a sejtfalnak merevséget, törékenységet kölcsönöz, amint az pl. a Kára-féléken tapasztalható. A kovasav pedig a fűneműek levele és szára epidermisz-sejtjeinek falát, valamint a surlók epidermisz-sejtjeit oly merevvé és keménnyé teszi, hogy a fülevél igen könnyen bevág a kezünkbe, a surlókkal pedig fémtárgyakat lehet fényezni. Különösen sok a kovasav a kovamoszatok (diatomák) páncéljában.

A növények sejtjeinek *alakja* igen változó. Legegy-szerűbb sejthalak a gömb, amely természetes következménye a citoplazma félig folyékony, kocsonyás természetének, mi-által ez mindig gömbölyű alakot igyekszik felvenni. Ez a körülmény az egysejtű növényeken tényleg többnyire a gömbalakra is vezet. A szövetté egyesült sejtek termé-szetesen gömbölyűek már nem lehetnek, hanem legöm-bölyített sokszögletesek, megnyúltak, sőt kihegyzettek. Az alak és a falvastagodás módja szerint megkülönböz-tetjük a következő sejtfajtákat.

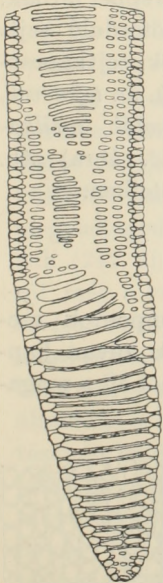
Parenchimasejteknek nevezzük az aránylag vékony-falú, minden irányban közel egyforma átmérőjű és *egy-szerű gödörkéssel* vastagodott sejteket. Ilyenek pl. a leve-lek alapszövetének, a magvak, gumók tápláló szövetének, a szár bélsővének és az elsődleges kéregnek sejtjei, vala-mint a fatörzsben a bélsugarak sejtjei is stb. A parenchimasejtek élő, plazma-tartalmú sejtek, amelyek hivatása a tápláló anyagok képzésében és különféle átala-kításában, valamint azok raktározásában, váladékok létrehozásában stb. áll. Ha a sejtek, szomszédaikhoz viszonyítva, feltűnően elütő alakúak, tartalmúak, vagy

nagyosságúak, úgy az ilyeneket *idioblasztáknak* nevezzük. A sejtfal túlságos megvastagodása által, pl. a fák kérgében, gyümölcsök-ben, termések kemény héjában stb. alakulnak a kősejtek vagy *szklereidák*. A fatestben a parenchimasejtek mint *faparen-chima*, vagy hosszúra nyúlt, vékonyfalú, ú. n. *pótlósejtek* fordulnak elő; vagy pl. a fenyők fájának gyantavezetékei körül, mint bélés- (epithel) sejtek. Igen elterjedt sejtfajt a *tracheida* (237. ábra, *tr.*). Ez hosszú, tágüregű, nem nagyon vastagfalú sejt, amelynek falában mindig udvaros gödörkék vannak. Ezenkívül gyűrűsen és csavarosan is lehet faluk vastagodva (237. ábra, *gytr, cstr*). A tracheidák főként a gyökerek által felvett víz szállítására hivatvák és emellett a növény szilárdí-tásához is lényegesen hozzájárulnak; előfordulnak az edény-nyalábok farészében és a másodlagos fában, különösen pedig a fenyőfélék fájában, amely majdnem kizárólag tracheidákból áll. Egyik módosulata e sejtnek a *rost-tracheida*, amely csak annyiban különbözik az előbbtől, hogy vastagfalú, kihegyzett és gödörkéinek udvara apró, száda (porus) hosszukás.

A vízszállítás legfontosabb eszközei a növény testében az *edények*. Ezek tágnylású, vékonyfalú sejtek, amelyek végfalai egyszerű vagy létrafogakkal megszakított áttörést mutatnak (239. ábra) és egymásfölé helyezve, vizet szállító csöveket képez-nek a gyökerektől a levelekig. Falokban kerekded, ellip-tikus vagy keresztirányban megnyúlt udvaros gödörkék vannak, vagy pedig hálósan, csavarosan vagy gyűrűsen vastagodvák. Edények vannak: az edénynyalábok farészé-



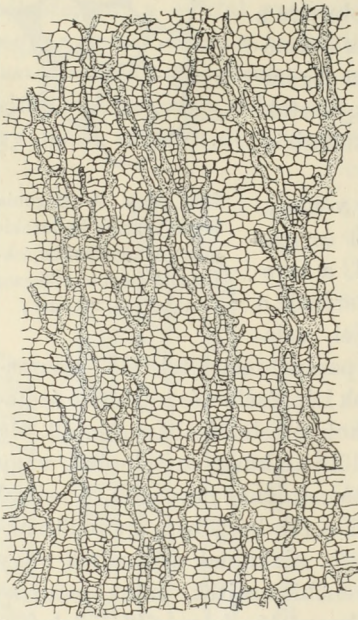
238. ábra. A Begonia levélnyelének kollenci-más vastagodású sejtek-ből álló szövete. 500-szor nagyítva. (Sachs.)



239. ábra.

A sasharaszt (Pteridium aquilinum) rhizomájának létrásan áttört edénye. 110-szer nagyítva. (De Bary.)

ben és a lombos fák másodlagos fájában ; a fenyőfélék fájából hiányzanak. Kizárólag szilárdító elemi alkotórészek a *libriformrostok* (237. ábra, l). Ezek vastagfalú, orsóalakú, kihegyzett sejtek, hasítókos gödörkével bírnak. Előfordulnak különösen a kétszikűek fájában. A háncsban levő *háncsrostok* (267., 270. ábra), vastagfalú, néha igen hosszú sejtek ; ezeket *sztereida-sejteknek* is nevezzük.



240. ábra. A *Scorzonera hispanica* gyökerének háncsában levő tejedények. (Sachs.)

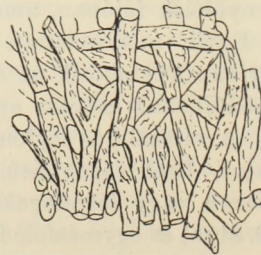
Jellemző eleme a háncsnak a *rostacső* (236. ábra). A rostacsövek edények módjára egymás fölé helyezett, széles nyílású sejtek, amelyek végfalain és egymás közé eső oldal falain rostalemezek vannak. A háncsban a plasztikus, kész táplálóanyagok, ú. m. szénhidrátok és fehérjék szállítására hivatvák. Mellettük foglalnak helyet a hosszúkás, szűknyílású, plazmában dús *kisérősejtek*. Míg a parenchima-sejtek és a rostacsövek, a kísérősejtekkel egyetemben, élő, plazmát tartalmazó sejtek, addig az edények, tracheidák, libriformsejtek és háncsrostok elhalt elemek, főleg fizikai szereppel bírnak.

Ezek az általánosan előforduló sejt-fajtákon kívül még másféle sejtek, sejt kapcsolatok és váladékot tartó üregek, ú. m. *tejcsövek*, *tejedények* (240. ábra), *kristálytömlők*, *nyálkacsövek*, *gyantavezetékek* (271., 272. ábra) stb. fordulnak elő a növények szöveteiben.

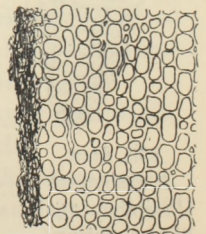
A növények szöveteiről.

A növények szöveteit fejlődéstani, alaki és fiziológiai szempontok szerint különböztetjük meg. *Valódi szövet* alatt értjük a sejteknek olyan kapcsolatát, amely azok osztódása által jött létre. Ilyen szövetekből áll a magassabbrendű növények teste. Ellenben *álszövetnek* nevezzük az olyant, amely sejtfonalaknak tömör összefonódása által keletkezett ; ilyen álszövet a gombák testében, különösen pedig azok termőtestében fordul elő (241. ábra).

Az olyan szövetet, amelynek sejtjei élénk osztódásban vannak. *merisztémának* mondjuk. Az embriónak fejlődésben lévő szövetét, valamint a tenyészőcsúcsokét *ösmerisztémának* nevezzük. A merisz-



I.



II.

241. ábra. I. A tinóorru gomba (*Boletus edulis*), termőtestének, — II. az anyarozs (*Claviceps purpurea*) szkleróciumának álszövege. 300-szor nagyítva.

témával szemben megkülönböztetjük az *állandósult szövetet*, amely teljesen kifejlődve, már többé nem osztódik.

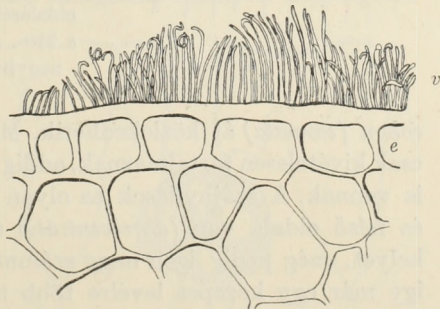
A növények szöveteit *Haberlandt* azok élettani feladata szerint csoportosította; még pedig megkülönbözteti a merisztémákat, a bőrszövetrendszert, a mechanikai, a felszívó, az asszimiláló, a nedvszállító, a raktározó, a szellőztető, a váladéktartó és a mozgási szövetrendszereket és az érzékszervek szöveteit.

Miután az utóbbi beosztás, főként fiziológiai, és alaktanilag véve egyrészt túlságos szétforgácsolásra, másrészt pedig különféle szöveteknek összefoglalására vezet, azért az alaktan céljaira kevésbé alkalmas mint a *Sachs* beosztása. Utóbbi szerint megkülönböztetünk *bőrszövetrendszert*, *edénynyalábrendszert* és, ami e kettőn kívül a növény testében helyet foglal, az *alapszövetrendszert*. Hasonló az utóbbihoz a *Van-Tieghem* beosztása; a különbség csak abban áll, hogy amíg *Sachs* az epidermiszen belül, az edénynyalábok kivételével helyet foglaló szöveteket mind egyféleképpen, alapszövetnek tartja, addig *Van-Tieghem* az *endodermiszt* (258. ábra, *e*) igen fontos elválasztó rétegnek tekinti és az alapszövetnek ezen belül eső részét, az edénynyalábokkal együtt, *központi hengernek* (*stele*), az azon kívül eső alapszövetréteget pedig *elsődleges kéregnek* nevezi (265. ábra). Tárgyalásainkban az utóbbi beosztást tartjuk szem előtt.

A bőrszövet.

A bőrszövethez sorozzuk az *epidermisz* (*felbőr*) *sejteket*. Ezek szorosan egymáshoz csatlakozva réteget alkotnak, amely legkívülről veszi körül a növény testét. Sejtjei, alpnézetben, többnyire hullámos szélűek (244. ábra), metszetben különféle alakúak (243. ábra) és feltűnően megvastagodott külső falréteget mutatnak (242. ábra). Ezt a falréteget kívülről még a vékony, összefüggő *kutikulahártya* borítja. Ez, valamint a vastag külső sejtfa, kitűnő védelméül szolgál a belül fekvő szöveteknek. A kutikulát és általában a külső sejtfalet ebben a hivatásában különféle berendezések támogatják. Így a fűneműek és surlók epidermisze *kovasavat* is tartalmaz és számos növény levele, szára, gyümölcse kutikuláját *viaszréteg* borítja, ami különösen a párolgást apasztja.

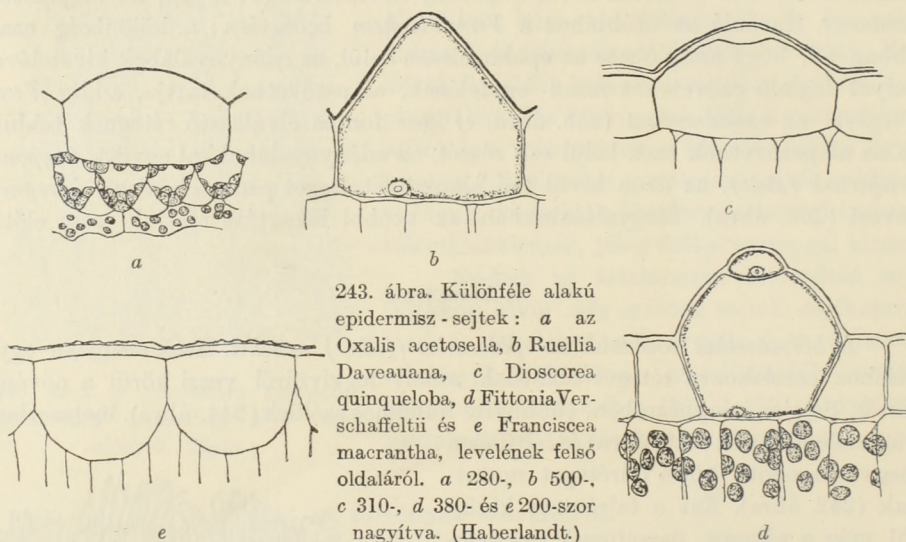
A levelek felső oldalának epidermisz-sejtjei, *Haberlandt* vizsgálatai szerint, a fénysugarak irányának megérzésére alkalmas szerkezetűek. Ez az érzékenység a felbőrsejtek különféle alakulása által érvényesülhet. A sejtek külső fala lehet ugyanis domború, amely esetben az mint lencse működik, és az összegyűjtött fénysugarakat, irányuk szerint, a sejt hátsó falának más és más helyére veti (243. ábra *a*).



242. ábra. A cukornád szárcsomójának keresztmetszete: *e* epidermisz; *v* szálal viaszbevonat. 420-szor nagyítva. (Strasburger.)

Végeredményben ugyanerre vezet az, ha a hátsó fal homorú (243. ábra *e*). Hasonló tüneményt idéz elő az, ha az epidermiszsejt felső fala lekerekített csúcsú kúpmódjára emelkedik ki (243. ábra, *b*), vagy domború falának közepén egy kis lencsealakú és tényleg lencse gyanánt működő falvastagodás (243. ábra, *c*) vagy sejtecske (243. ábra, *d*) van. Mindezekben az esetekben a fény irányának változása változást idéz elő a fénykéve felfogásában és ennek az epidermisz hátsó lapjára való vetítésében is, aminek *Haberlandt* szerint, mint ingerhatásnak, főszerepe van abban, hogy a növények levelei, a nap fényének iránya szerint, mozgást végeznek, vagyis heliotropikus tájékozódásra képesek.

Az epidermisznek szorosan záródó sejtrétegén keresztül a levegő a levél szövetébe nem hatolhat be, hanem az csakis a sejtei között elhelyezett *szájnyílá-*



243. ábra. Különféle alakú epidermisz-sejtek: *a* az *Oxalis acetosella*, *b* *Ruellia Daveauana*, *c* *Dioscorea quinqueloba*, *d* *Fittonia Verschaffeltii* és *e* *Franciscea macrantha*, levelének felső oldaláról. *a* 280-, *b* 500-, *c* 310-, *d* 380- és *e* 200-szor nagyítva. (*Haberlandt*.)

sokon (stomata) át közlekedhetik. Míg az epidermisz-sejtek klorofillt nem, vagy csak kivételesen tartalmaznak, addig a szájnyílások sejteiben klorofillszemecskék is vannak. A szájnyílások az olyan leveleken, amelyeknek egymástól elütő alsó és felső oldala van (*dorziventrális* alkotásúak), a levél alsó oldalán foglalnak helyet, még pedig igen nagy számmal. Egy mm²-re 100—700 szájnyílás esik és így már egy közepes levélre több millió jut. A szájnyílások szerkezete különböző; abban azonban mindig megegyeznek, hogy két *zárósejtjük* van. Ezek automatikusan nyílnak és csukódnak, miáltal a levegőnek a levél belsejébe való jutását, — illetőleg megfordítva is, — a gázok kiáramlását és a levél víztartalmának kipárolgását, szóval az egész gázcserét szabályozzák. A zárókészülék (244. és 245. ábra) a két, egymás felé homorú oldalával fordított, babalakú zárósejtből áll. Alul és felül ezek mindegyikén egy-egy kiálló lécs foglal helyet, amely különösen a zárósejtek keresztmetszetén vehető ki. A zárósejtek homorú oldalai közötti nyílás, a *légrés*, alattuk pedig egy nagy, sejtközi üreg, a *légudvar* foglal helyet. A zárósejtek automatikus bezáródása és kinyílása a levél

szomszédos sejtjeinek, illetőleg a zárósejteknek víztartalmával kapcsolatos. Ha ez tetemes, úgy a zárósejtek duzzadtak és a légrés kitágul. Ha a zárósejtek víztartalma csökken, petyhüdtek lesznek és a légrés becsukódik, miáltal a levél sejtjei víztartalmának további párolgása meg lesz akadályozva. Az önműködő záródásra és nyílásra a fénynek is van hatása, amennyiben a klorofilltartalmú zárósejtek a fény hatására asszimiláló tevékenységet is fejtenek ki, aminek következtében a zárósejtek megduzzadnak. Ezáltal nappal a zárósejtek szétnyílnak, éjjel záródnak. A zárósejtek kinyílása és záródása könnyen történhetik azért, hogy a szomszédos epidermisz-sejtek fala a zárósejtek csatlakozási helyén meg-

vékonyul, amint az feltűnően kivehető az *Aloë nigricans* szájnnyílásának rajzán (246. ábra). E növény szájnnyílásai különben igen jellemző példáját mutatják a szuk-

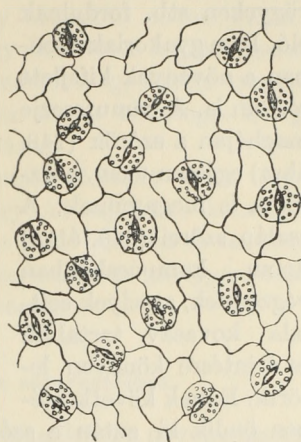
kulens növények bemélyesztett zárósejtű szájnnyílásainak, amelyek bemélyesztett volta a párolgás lehető csökkentésével kapcsolatos. Sok

esetben a zárósejtek nem is csatlakoznak közvetlenül az epidermisz-sejtekhez, hanem közéjük vékonyfalú, és így a zárósejtek mozgásait könnyen megengedő, *melléksejtek* vannak iktatva (247. ábra).

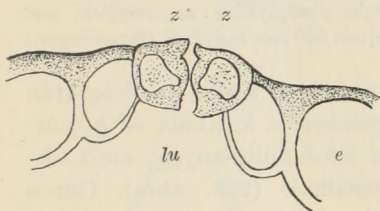
Szájnnyílások, a mohoktól kezdve felfelé, az összes magasabbrendű növényeken előfordulnak. Az egyes növényfajokon és csoportokon alakjuk, szerkezetük változik, minél fogva a szájnnyílások alaki viszonyai rendszertani értékkel bírnak.

A szájnnyílásokhoz hasonló szerkezetűek a *víznyílások*. Ezek zárósejtjei csakhamar elvesztik élő tartalmukat és a köztük levő nyílás, állandóan nyitva, mint cseppfolyós vizet kibocsátó rés szerepel. Egyes növények fiatal levelein, a fűrészes fogak csúcsán, továbbá víz alá merülő leveleken fordulnak elő ily víznyílások.

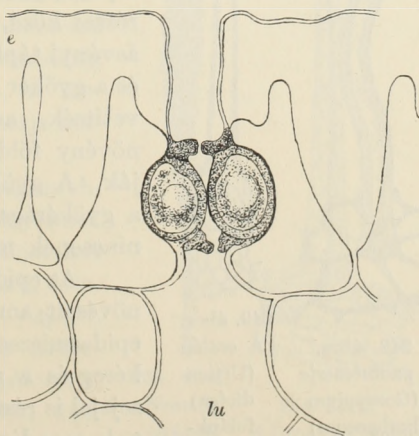
Az epidermiszhez tartoznak a *hajszál-* vagy *szőrképletek* is, melyek egyes fel-



244. ábra. A fekete hunyor (*Helleborus niger*) levele fonákjának felülete. Hullámos szélű epidermisz-sejtek és köztük szájnnyílások. 120-szor nagyítva. (Strasburger.)

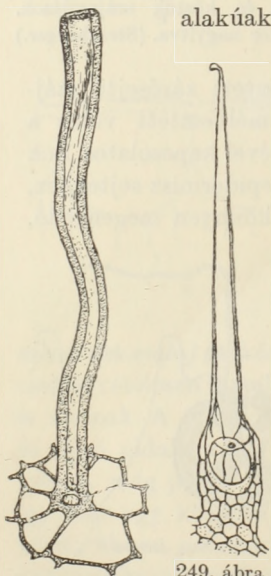


245. ábra. A *Thymus serpyllum* szájnnyílása keresztmetszetben; *zz* zárósejtek, *e* felbőrsejtek, *lu* légudvar. 1100-szor nagyítva. (Strasburger.)



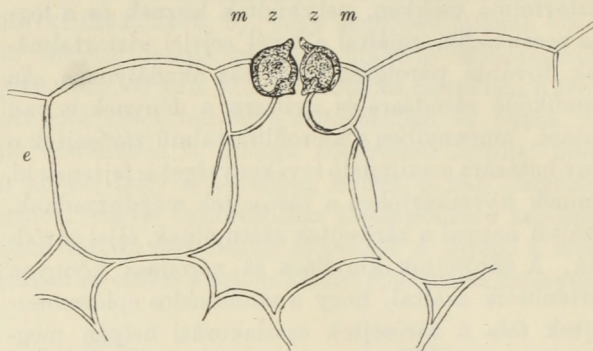
246. ábra. Az *Aloë nigricans* szájnnyílása. *e* epidermisz-sejtek, erősen megvastagodott külső és oldalfalakkal; *lu* légudvar. 300-szor nagyítva. (Strasburger.)

bőrsejtek kitüremkedése és kinövése által jönnek létre. A szörképletek a növény egyes részeit a túlságos párolgás és a nap heve ellen védik és különösen a fiatal szerveken, kibontakozó rügyeken stb. fordulnak elő. Igen gyakoriak azonban a növények kifejlett részein is. A pamutcserje magháján a szőrök (248. ábra) egészen 6 cm. hosszúra is megnyúlnak. A csalán szőrei (249. ábra) finom kampócskákban végződnek, amelyek sejtfala kovasav tartalmú és érintésre könnyen letörik. Ennek következté-



248. ábra.
A pamutcserje
(*Gossypium*
herbaceum)
magháján levő
szörképlet. 300-
szor nagyítva.
(Strasburger.)

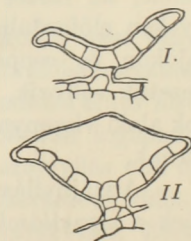
249. ábra.
A csalán
(*Urtica*
dioica)
fulánk-
szőre.
60:1.
(Haber-
landt.)



247. ábra. A *Claytonia perfoliata* szájnnyílása: zz zárósejtek, mm melléksejtek, eepidermisz-sejtek. 500-szor nagyítva. (Strasburger.)

ben ömlik ki aztán a szőr belsejéből a csipős nedv. A komló nővirágzatán különös, kehelyalakú *mirigyszőrök* vannak, amelyekben a kutikula és a szörképlet sejtfala között foglal helyet a kesernyész ízű lupulin-anyag, amit sörfőzéshez, kenyérsütéshez stb. használnak (250. ábra). Csinos alakúak az *Elaeagnus argentea* csillagalakú szőrei (251. ábra), melyek a levelek epidermiszén, rövid nyélen foglalnak helyet. A szörképletek közé sorozzuk a gyökérszőröket is. Ezek, a fenyők kivételével, az összes magasabbrendű növények gyökerén megvannak. Közvetlenül a gyökércsúcs mögött fejlődnek, az egyes epidermisz-sejtekből (252. és 253. ábra). Mint egysejtű, finom szívószálacskák nőnek a talaj legfinomabb részei közé, hogy azokból a vizet és az abban oldott ásványi táplálóanyagokat felvegyék és a gyökér edénnyalábjaiknak közvetítsék, amelyek aztán azokat a növény földfeletti részeihez szállítják. A gyökérszőrök rövidéletűek; a gyökérágak idősebb részein már nincsenek meg, elpusztultak.

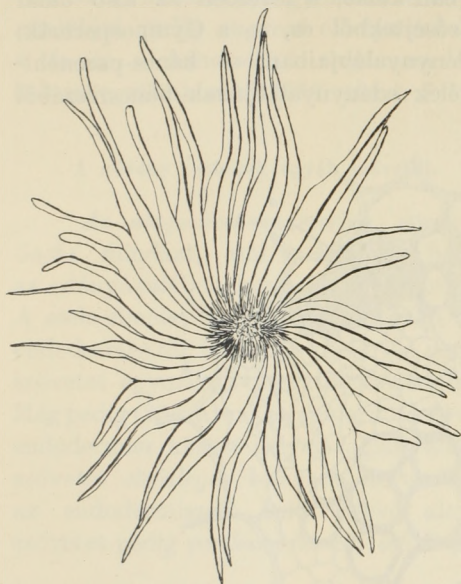
Az epidermisz ama nagyobb kinövéseit, amelyekben nem csupán az epidermiszsejtek, hanem az elsődleges kéreg és a mélyebben fekvő részek sejtjei is részt vesznek, *emergenciáknak* mondjuk. Ilyenek pl. a *Drosera* digestiós mirigyszőrei (254. ábra), amelyekbe edénnyaláb is nyúlik. Ezek ragadós nyálkát választanak



250. ábra. A komló nővirágzatán levő szörképletek: I a váladék kiválása előtt; II ez után, a midőn is a váladék a kutikulát felemelte 240-szer nagyítva. (De Bary.)

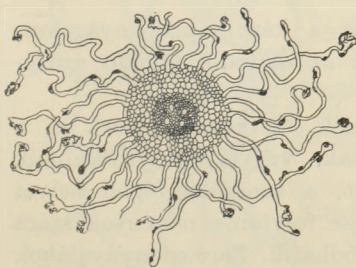
ki, amibe az apró rovarok beleragadnak; ingerlő hatásukra a mirigyszőrök összecukódnak és a levél a rovar anyagát felszívja. Nagy emergenciák pl. a rózsák *tüskéi*, amelyek a tövisektől, pl. a kökény tövisétől, abban különböznek, hogy bennük a hajtás összes szövetei nincsenek meg, hanem csupán az epidermisz és az elsődleges kéreg sejtjeiből állanak.

A hajszálképleteket mint *egysejtűeket* vagy *többsejtűeket*, keménységük szerint mint *szőröket* és *sértéket*, váladékuk szerint mint *mirigyszőröket* stb. osztályozzuk.



251. ábra. Az *Elaeagnus argentea* csillagalakú pikkelyszőre, felülről nézve. (Eredeti rajz.)

bos mohokon, sok esetben tapasztaljuk, hogy a száruk közepe tájára eső sejtek a tengely irányában megnyultak, és mint ilyenek, köteget alkotva, a nedvzállítás eszközei. Már a *Polytrichum*-félék központi vezető nyalábjában meg lehet különböztetni üres, vízszállításra alkalmas sejteket és rostacsőhöz hasonlókat, a melyekben fehérje mutatatható ki.



252. ábra. Vékony gyökér keresztmetszete: közepén az edénynyalábok, kerületén a gyökérszőrök. (Frank.)

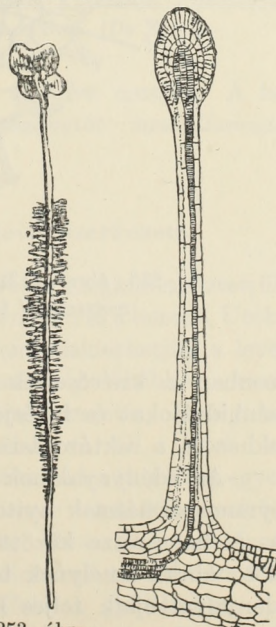
A magasabbrendű növényeknek edénynyalábjai két részből állnak, ú. m. a *farészből* (*xylem*, *hadrom*) és *háncsrészből* (*phloem*, *leptom*, 255., 256. ábra). Az edénynyalábok *farésze* a

szárban rendszeren befelé, a levélben felfelé van fordulva; edények, tracheidák és parenchima alkot-

Az edénynyalábok.

Az *edénynyalábok* a növény testét az állatok véredényei módjára hálózák át a gyökerektől kezdve a levelek széléig. A rendszertani

sorozatban már a mohokon, és pedig a lom-

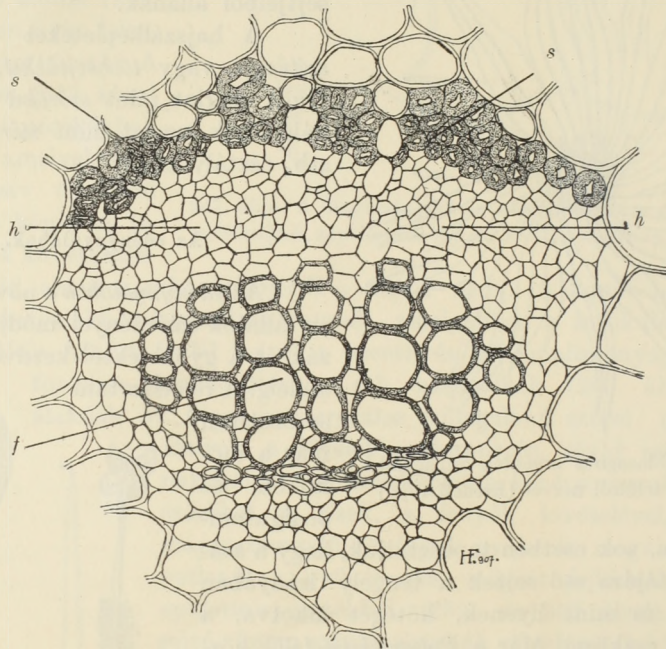


253. ábra. Nemrég csírázott növényke, gyökérszőrökkel. (Sachs.)

254. ábra. A *Drosera rotundifolia*, nyeles, digestiós mirigyszőre. 60-szor nagyítva. (Strasburger.)

ják. A gyökerektől felvett vizet és a benne oldott ásványi táplálóanyagokat szállítja a levelekbe.

Az edénynyalábok *háncsrésze* a szárban kifelé, a levélben az alsó oldal felé van fordulva. Rostacsövekből, kísérősejtekből és, — a Gymnospermák, harasztfélék és kétszíkűek nagy része edénynyalábjaiban, — háncs-parenchimából áll. A Gymnospermák és harasztfélék edénynyalábjának háncsrészből



255. ábra. A *Malva silvestris* levélnyele edénynyalábjának keresztmetszete: *f* farész, *h* háncsrész, *s* sztereoma-öv. (Eredeti rajz.)

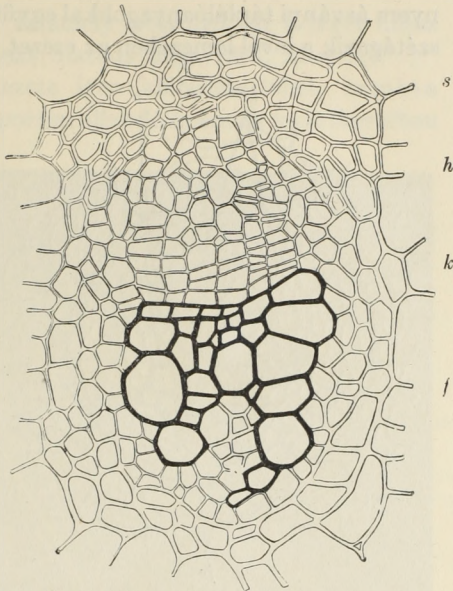
azonban a kísérősejtek hiányzanak. A háncsrész a kész táplálóanyagokat, szénhidrátokat és fehérjéket szállítja a levelektől az osztódó, fejlődő szövetekhez és a raktározásra szolgáló sejtekhez.

Az edénynyalábok *nyitottak* és *zártak* lehetnek. A kétszíkűeknek és a Gymnospermáknak nyitott edénynyalábjaik vannak, vagyis edénynyalábjaik fa- és háncsrésze között osztódásra képes szövet, a *kambium* foglal helyet (256. ábra), amelynek továbbfejlődése és működése folytán e növények szára edénynyalábjaik teljes kifejlődése után is vastagodhatnak. Zárt edénynyalábok az egyszíkű növények (257. ábra) és a harasztfélék (258. ábra) testében vannak, minek következtében ezek szára másodlagosan nem vastagodhatnak, csakis egyes kivételes esetekben, különös módon (*Yucca*, *Dracaena*). Az edénynyalábok rendszeren a fennebb leírt módon elhelyezett részekből állanak, vagyis *kollaterális* alkotásúak. Kivételesen azonban (pl. *Cucurbitaceae*) előfordulnak *bikollaterális* edénynyalábok is, amelyeknek nemcsak külső, hanem belső olda-

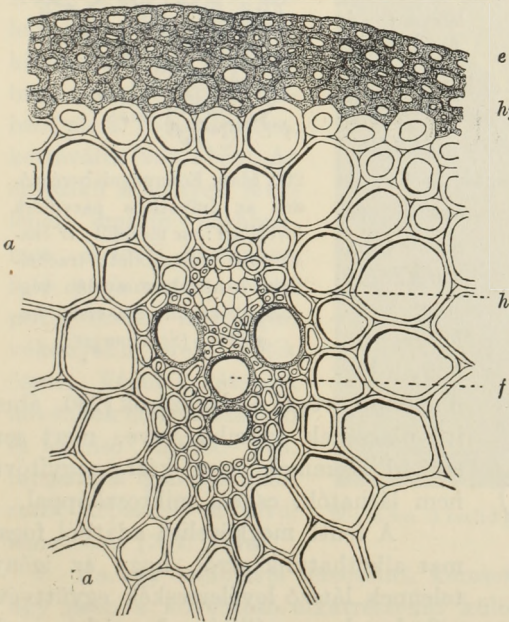
lukon is van háncsrészüik. A haraszt-féléknek *koncentrikus* edénynyalábjaik vannak (258. ábra). A gyökerek edénynyalábjai pedig *sugaras* elhelyezésűek, a fa és a háncsrészek sugarasan elhelyezve váltakoznak (259. ábra).

A növény testének egyéb szövetei.

Az *alapszövet-rendszerhez* sorozta Sachs mindazt, ami a felbőrön belül az edénynyalábok kivételével előfordul. A stele-elmélet értelmében azonban az endodermisztől befelé és kifelé eső alapszövetet egymástól megkülönböztetjük. Még pedig (265. ábra) az epidermisz és az endodermisz között helyet foglaló alapszövetet *elsődleges kéregnek* nevezzük; az endodermiszen belül fekvő alapszövetet pedig *perikambiumra*, *elsődleges*



256. ábra. A *Ranunculus repens* szárából vett edénynyaláb: *f* farész; *h* háncsrész; *s* sztereoma-öv; *k* kambium. (De Bary.)



257. ábra. A rozs szára keresztmetszetének részlete: epidermisz *e*, mely a sztereoma gyanánt kifejlődött hypodermától *hy* nem különbözik; *h* a zárt edénynyaláb háncsrésze; *f* farésze; *a* alapszövet. (Eredeti rajz.)

Az élők világa.

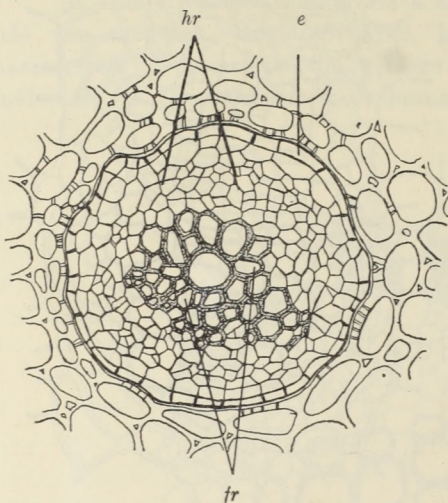
e bélsugárra és bélre osztjuk. A levelek alapszövetét *mezofillumnak* nevezzük.

A levél szerkezete.

A levélen megkülönböztetjük a törészt, anyelet és a lemezt. Utóbbin könnyen felismerhetjük a levél húsos alapszövetét és ebben a szerkesztét ágazó erezetet, amely az edénynyalábokból áll. Ezek az edénynyalábok a levélnyélben egyesítvék és innen visszafelé a szárba követhetők, ahol az utóbbinak edénynyalábjaihoz csatlakozva irányulnak lefelé, a gyökerekhez.

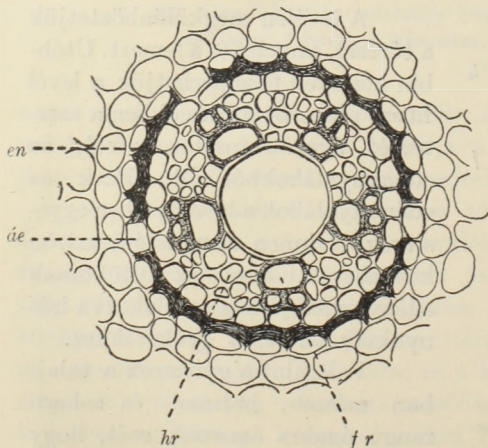
Valamint a gyökerek a talajban másod-, harmad- és sokad-rangú ágakra ágaznak szét, hogy legfinomabb, végső szálaikkal a talaj legapróbb részecskéi közzé furakodva, a vizet, a benne oldott

nyers ásványi táplálóanyagokkal együtt gazdaságosan összeszedjék, — éppen úgy szétágazik a levél lemezében az ereket, hogy a farészekben szállított vizet a levél



258. ábra. A *Polypodium vulgare* koncentrikus edénnyalábjának keresztmetszete: *fr* farész; *hr* hancsrész; *e* endodermisz. 180-szor nagyítva. (De Bary.)

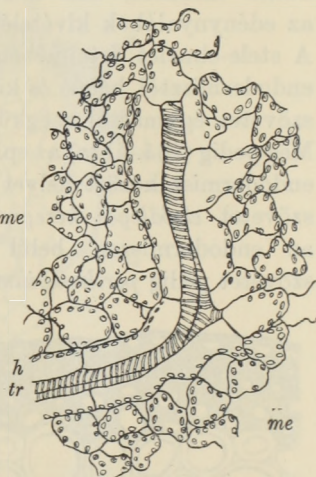
les) szőlőlevélen, ha az összes ereket kiegyenesítve és egyfolytában lemérve képzeljük, mérésünk szerint, mintegy 45 méter hosszúságú. Egy szőlőtőkén pedig, ha azt csak 100 levelűnek vesszük is fel, az



259. ábra. Az *Allium ascalonicum* gyökerének keresztmetszete: *en* endodermisz; *ae* áteresztő sejt; *hr* hancsrész; *fr* farész. (Haberlandt.)

zöldszínű sejtjei között pontosan szét- ossza és hancsrészeibe a levél lemezé- nek zöld sejtjeitől az ezekben létrejövő kész táplálóanyagokat átvegye. A vas- tagabb ereket a levél lemezében szabad- szemmel is jól látjuk, nemkülönben a vékonyabbak egy részét is. Kézi na- gyítóval azonban — a levelet világosság felé tartva

—még több eret lehet rajta ki- venni. Az ilyen mó- don kive- hető ere- zet, egy középna- gysá- gú (14 cm hosszú és 15 cm. szé-



260. ábra. Edénnyaláb-végződés az *Impatiens parviflora* levelében: *me* mezofilla; *tr* csavarosan vastagodott tracheidák; *h* hüvely a nyaláb végződése körül. 240-szer nagyítva. (Strasburger.)

hogy a leg- finomabb, végső érelágazások (260. ábra) itt nincsenek számba véve, mert sem szabad szemmel, sem kézi nagyítóval nem láthatók, csakis mikroszkóppal.

A fenti megközelítő adatból fogal- mat alkothatunk arról, hogy az igény- telennek látszó levélerecskék együttvéve mily hatalmas szállítórendszert képeznek. A levél eme erezetét — amint említők — megfigyelhetjük oly módon, hogy a levél lemezét világosság felé tartjuk. Feltünő- ben élénk tárul azonban az ereket olyan

levélen, melyről az erdő talaján, vagy valamely pocsolyában a levél húsos részei már kikorhadtak és csak az érhálózat maradt meg. (261. ábra.)

A levél erezetének alakja és szerkezete igen különféle lehet, azonban ugyanazon a növényfajon vagy növénycsoporton állandó és ennek következtében a levélerezet a növénynek egyik rendszertanilag is fontos sajátosságát teszi.

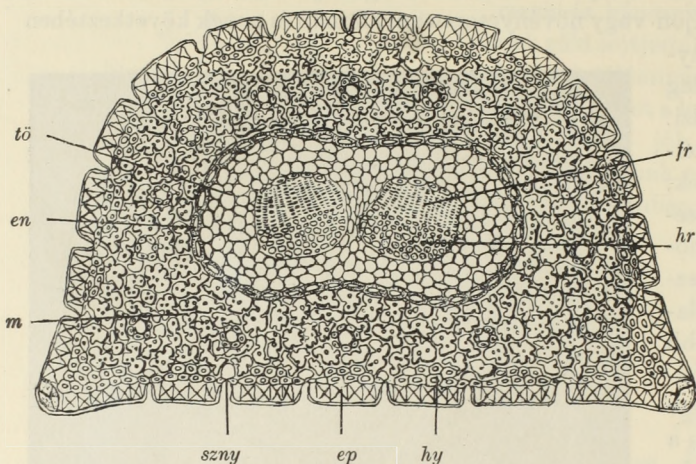
A mohok levélkéiben tulajdonképeni erek, edénynyalábok nincsenek. Ezekkel csak a mohoknál fejlettebb harasztokon találkozunk, valamint a többi magasabb rendű növényeken. A harasztok levelének erezete különféle, de különösen a hazai fajok erezete többnyire nem hálózatos, hanem villásan elágazó. A fenyők levelében egyetlen egy ér fut végig a középén, amely ér azonban némely nemek tűiben, pl. a *Pinus*-tűkben, kettéválik (262. ábra). Az egyszíjú növények levelének erezete párhuzamos; a levél hosszában futó párhuzamos ereket pedig ezekre merőleges, vékonyabb erek kötik össze. Végül a kétszíjú növények erezete elágazó és az első-, másod- stb. rangú erek igen dús hálózatot képeznek a levél lemezében (261. ábra).



261. ábra. A szelid gesztenye (*Castanea vulgaris*) levelének erezete.

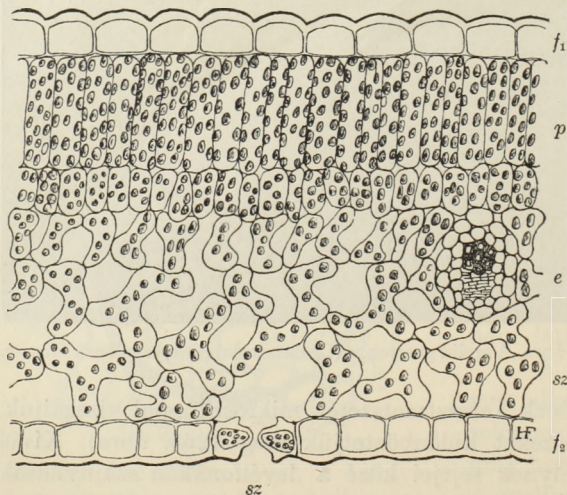
Ha egy lomblevél lemezének keresztmetszetét mikroszkóppal vizsgáljuk, úgy azon a következő alkatrészeket különböztetjük meg (263. ábra). Kívül az epidermisz foglal helyet, melynek sejtjei közé a levélfonákán szájnnyílások vegyülnek. A felső és az alsó epidermisz között foglal helyet a levél alapszöveve, a mezofill, amely a felső oldalon hosszúkás, oszlopszerű sejtekből áll. Ez a *palisszád-parenchima*. Az alsó oldal közelében a mezofill, egymáshoz lazán, közökkel illeszkedő sejtekből áll, ez a *szivacs-parenchima*.

Az olyan leveleken, amelyek dorziventrális alkotásúak, a szájníylások rendszeren a levél fonákán, — a két oldalán egyforma (izolaterális) leveleken



262. ábra. A *Pinus Laricio* tűlevelének keresztmetszete: *ep* megvastagodott falú epidermiszsejtek, *szny* szájníylás, *hy* hypoderma, *m* mezofill, *en* endodermisz, *tö* tracheida-öv, *fr* a kettévált edénynyaláb farésze, *hr* háncsrésze. 150-szer nagyítva. (Wiesner.)

mezofill sejtjei *hüvely* módjára veszik körül. A hovatovább vékonyodó edénynyalábokban eleinte a háncsrész apad meg, eltűnnek ugyanis a rostacsövek; azután a farész is egyszerűbbé lesz és az edénynyalábok legvégső részei már



263. ábra. Dorziventrális levél keresztmetszetének némi- leg vázlatos képe: *f₁* a levél színének és *f₂* fonákjának epidermisze; *sz* szájníylás; *p* palisszád-parenchima; *szp* szivacs-parenchima; *e* edénynyaláb. (Klein Gyula.)

ellenben mind a két oldalon vannak elhelyezve. — Az úszó leveleken szájníylások csakis a levegővel érintkező, felső oldalon vannak.

A palisszád-parenchima sejtjeiben sok klorofil van, a szivacs-parenchimában kevesebb. Az utóbbi a szájníylások révén és a sejtjei között levő nagyszámú járatok által állandóan levegővel érintkezik. Az edénynyalábokat a

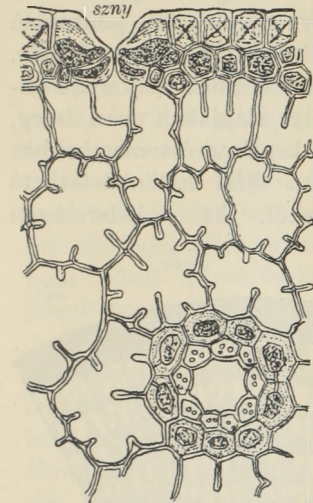
csak egy-két csavarosan vastagodott tracheidából állanak, melyeket az említett hüvely vesz körül. A levelek rendszerint *astelikus* alkotásúak, vagyis nincsen központi hengerük, hanem az endodermisz, amely *keményítő*s réteg, vagy úgynevezett *Caspary-féle* pontozású öv alakjában van kifejlődve, közvetlenül az edénynyalábokat veszi körül. A lomb-
szp levelek szerkezetétől lényegesen elüt a fenyőfélék tűlevelének szerkezete (262. és 264. ábra). Amint említők, ezekben többnyire csakis egy edénynyaláb fut végig. Ezt feltűnő endodermisz veszi körül, amelyre aztán kifelé a

mezofill következnek. Utóbbi többnyire egyenletes, belsőbb részeiben alig lazább mint az epidermiszszel érintkező rész. Egyes génuszok mezofilljának sejtjeibe

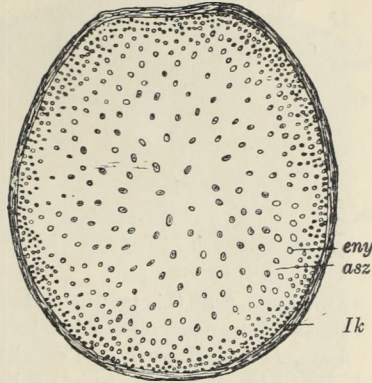
a falakra merőlegesen álló lamellák nyulnak be (264. ábra). E benyúló lemezek mellett is klorofill-szemecskék foglalnak helyet, miáltal az asszimiláló felület jelentékenyen nagyobbodik.

A mezofillban, a tiszafa (*Taxus baccata*) kivételével, gyantavezetékek (264. ábra, *gyv*) vannak; ezeket vastagabbfalú sejtekből álló sztereom hüvely veszi körül.

Az izolaterális tűleveleken (*Picea*, *Pinus* stb.) minden oldalon találunk szájnnyílásokat (262. ábra); a lapos, dorziventralis tűleveleken ellenben (*Abies*, *Ta-*

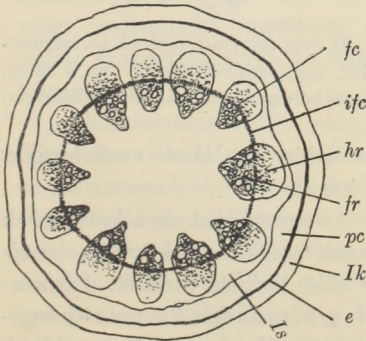


264. ábra. A *Pinus Laricio* tűje egy részletének keresztmetszete: *szny* szájnnyílás; *e* epidermisz; *hy* hypoderma; *me* mezofillum; *gyv* gyantavezeték. (Kny.)



266. ábra. A kukorica szárának keresztmetszete. *Ik* elsődleges kéreg, *asz* alapszövet, *eny* edénnyaláb, 2-szeres nagyítás. (Strasburger.)

xus stb.) csak az alsó oldalon vannak szájnnyílások, egyes sorokban elhelyezve. A vastagfalú epidermisz-sejtek alatt szintén a vastagfalú *hypoderma* van, amely csak a szájnnyílások alatt szakad meg.

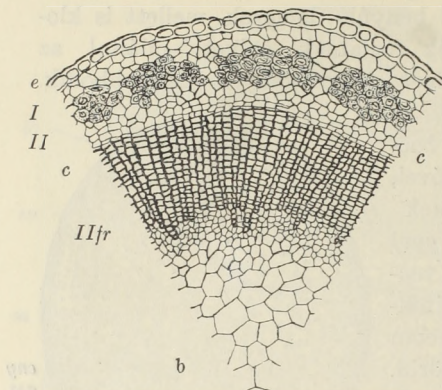


265. ábra. Az *Aristolochia siphon* szárá keresztmetszetének vázlatos képe: legkívül epidermisz, *Ik* elsődleges kéreg, *e* endodermisz, *pc* pericambium, *hr* az edénnyalábok háncsrésze és *fr* farésze, *fc* nyaláb-kambium, *ifc* nyaláb közötti kambium, *Is* elsődleges bélsugár, legbelül a bél. 9-szer nagyítva. (Strasburger.)

A szár szerkezete.

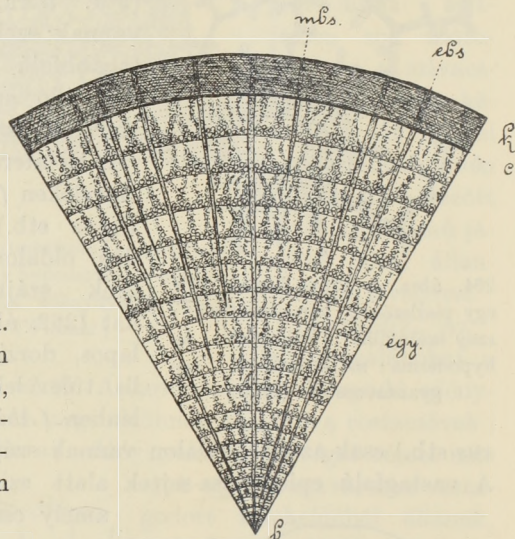
A 265. ábra egy kétszikű növény szárának szöveteit tünteti fel vázlatosan, amelyeknek következő sorrendjét vesszük ki. Legkívül van az *epidermisz*, amelyen szájnnyílások vannak és szörképletek vagy emergenciák lehetnek. Ez alatt következik az *elsődleges kéreg*, amely klorofillban dús alapszövetsejtekből áll; ezek mellett azonban, hasonlóan mint az egyszikű növényekben (257. ábra), vastagfalú sejtekből álló sztereoma is lehet, vagy pedig, legalább a külső részben, kollenchyma. Az elsődleges kéreg vékonyfalú sejtjei mellett vastagfalú rostok foglalhatnak helyet övben, vagy csoportonként, amint az pl. a len szárának keresztmetszetén látható (267. ábra), amelynek vastag-

falú, hosszú háncsrostjai az ismert szövőanyagot szolgáltatják. Az elsődleges kéreg belső oldalához csatlakozik az *endodermisz*. Ez különféleképpen lehet kifejlődve: mint vastagfalú sejtekből álló *védőhüvely*, vagy *Caspary-féle* pontozású réteg, vagy pedig mint *keményítő*s hüvely. A szárban az endodermisz többnyire keményítő hüvely alakjában van meg, amely csakis keményítőszemecskékben gazdagabb volta által különböztethető meg környezetétől. Az endodermiszen

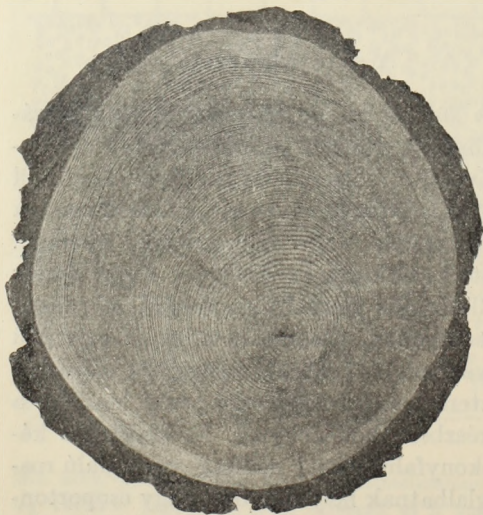


267. ábra. A len (*Linum usitatissimum*) szárának keresztmetszete: *e* epidermisz; *I* elsődleges, *II* másodlagos kéreg; *c*—*c* kambium, *IIfr* másodlagos farész; *b* bél.

belül a *középponti henger (stele)* fekszik. A virágos növények szára általában monosztélus alkotású (265. ábra), abban egyetlen stele van. A haraszt-félék szára, valamint a virágos növények levele *astelikus*, vagyis minden



269. ábra. 21 éves tölgyfa törzsének keresztmetszete: *b* bél, *egy* évgűrűk, *c* kambium, *k* kéreg, *ebs* elsődleges bélsugár, *mbs* másodlagos bélsugár.



268. ábra. A vörös fenyő (*Larix europaea*) törzsének keresztmetszete.

egyed edénnyalábot endodermisz vesz körül.

Az egyszíkűek és a kétszíkűek szárának szerkezete között jelentékeny különbségek vannak. Elsősorban is a kétszíkűek központi hengerében (265. ábra) az edénnyalábok körben állnak, míg ellenben az egyszíkű növények edénnyalábjai a szár keresztmetszetén elszórtan foglalnak helyet (266. ábra). Ennek következtében az egyszíkűek edénnyalábjai között, azokban az esetekben, amelyekben az edénnyalábok

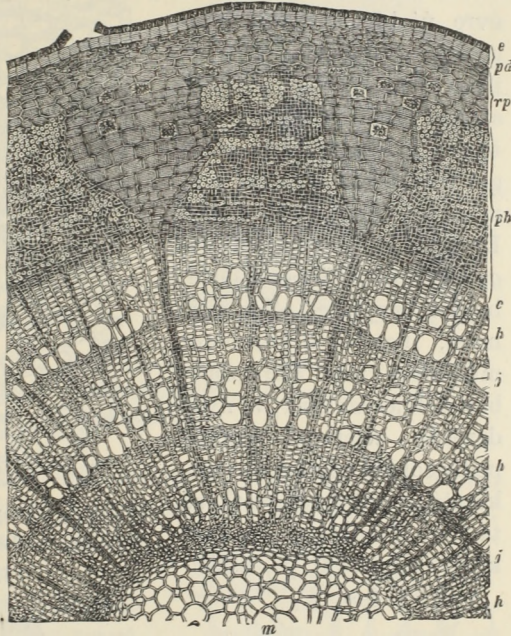
a szár középvonaláig terjednek, bél nincsen, hanem az egész alapszövet az edénynyalábok között oszlik el.

A kétszíkűek szárának központi hengerében legkívül a *perikambium* foglal helyet. Erre következik befelé az edénynyalábok köre. Ezek szerkezetével már az előbb foglalkoztunk és megismertük, hogy a szárban farészük befelé, háncsrészük pedig kifelé van fordulva. A háncsrész mellett, sőt az egész nyaláb körül is, gyakori a vastagfalú, szilárd sejtekből álló sztereoma-öv (255. ábra). Az edénynyalábok között levő alapszövetet *elsődleges bélsugárnak*, a központ körül helyet foglalót pedig *bélnek* nevezzük.

A nyílt edénynyalábok fa- és háncsrésze között (a Gymnospermákban és a kétszíkű növényekben) foglal helyet a *kambium* (267. ábra), mely a szár leírt szöveteinek elkészülése után, az edénynyalábok közötti alapszövetben is folytatódik, még pedig úgy, hogy a szomszédos edénynyalábok kambiumai ez által egy teljes körré egyesülnek (265. ábra). Az ilyen kambium-gyűrű tehát nyaláb-kambium- és nyalábközötti kambium-részekből áll. Keletkezése után, sejtjeinek osztódása által befelé szaporítja a fát és kifelé a háncsot.

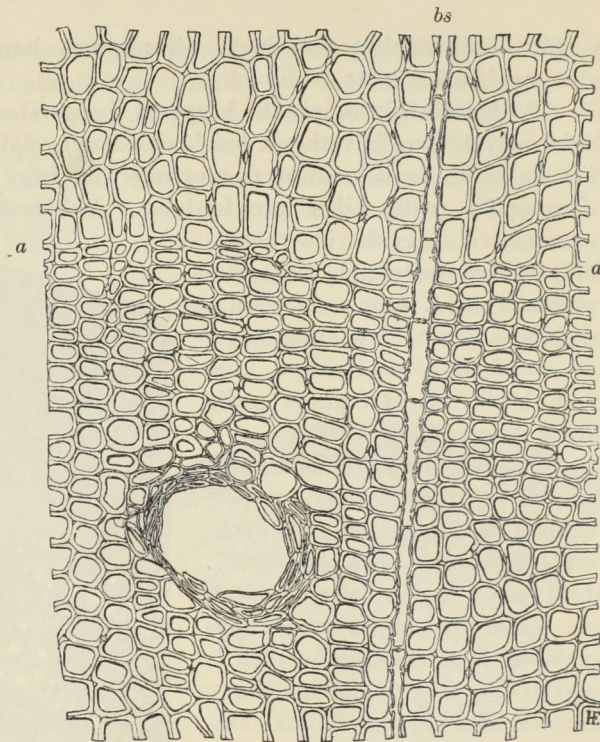
Mindazokat a szöveteket, melyek közvetlenül a tenyészócsúcs ős-merisztémájából veszik eredetüket, *elsődleges szöveteknek* mondjuk. Ezeket az előbbieken már megismertük. Azokat a szöveteket pedig, amelyek utólag keletkező, osztódásra képes szövetekből, kambiumokból veszik eredetüket, *másodlagos szöveteknek* nevezzük. Ilyenek: a *másodlagos fa*, a *másodlagos kéreg* vagy *másodlagos háncs*, a *parakéreg* vagyis *periderma* és a *paraszemölcsök*.

A szár elsődleges szövetei, a fejlődő növény súlyának viselésére nem lévén elegendők, az említett másodlagos szövetek által mintegy kiegészítésben részesülnek. Így a kambiumgyűrű záródása után az edénynyalábok két részre válnak szét és ezek közé a másodlagos fa és háncs iktatódik. A tenyészetű idő leteltével elpusztuló növénysszárokban, pl. len (267. ábra), a másod-

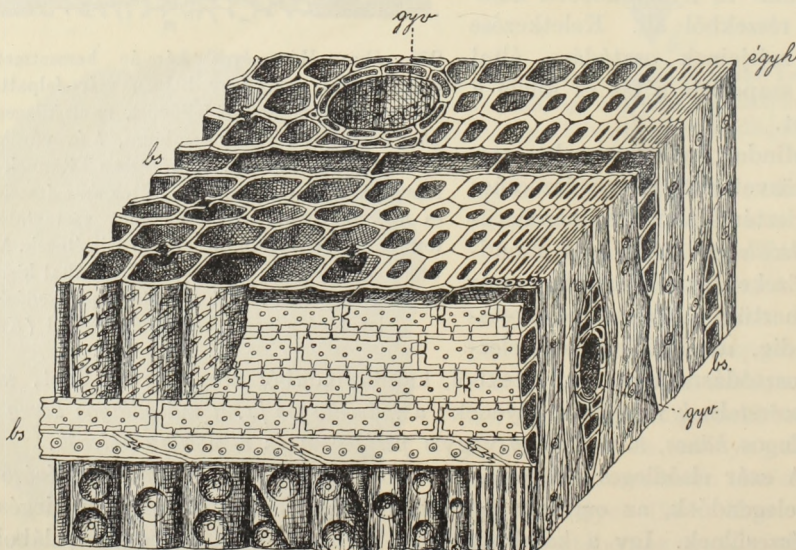


270. ábra. Hároméves hárs-ág keresztmetszete: *e* epidermisz, mely egy helyen már felpattant és alatta már pararéteg *pd* fejlődött, *rp* elsődleges kéreg, *ph* másodlagos kéreg, *c* kambium, *h* évgyűrűk, *i* évgyűrű-határok, *m* bél. A kéregben kitűnnek egyes kristálydruzákat tartalmazó sejtek és szitacsövekből és hánsparenchimából, valamint vastagfalú libri-formból álló, egymással váltakozó sejtrétegek. A kéregben a bélsugarak végei sejtosztódás által kiszélesednek egy-egy ékké, ami a kerület növekedését teszi lehetővé a kéreg berepedése nélkül (*Kny*).

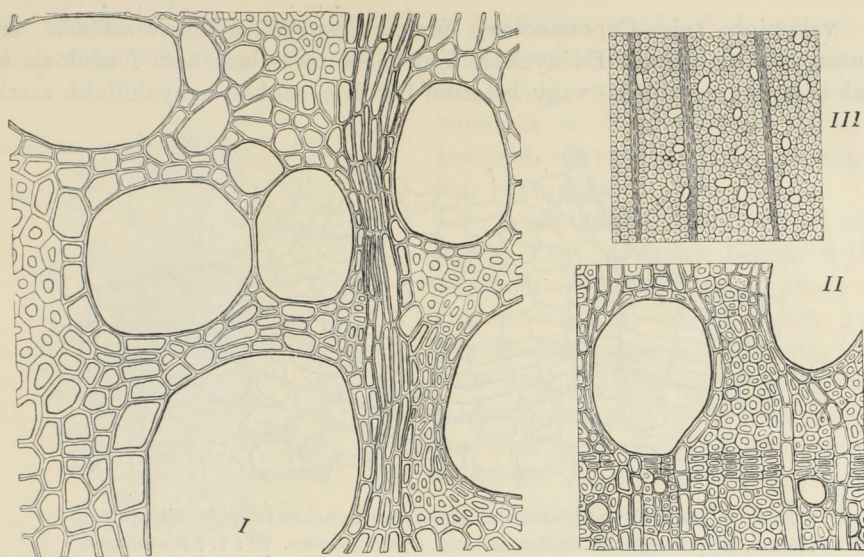
lagos szövetek nagyobb szabású méreteket nem érhetnek el. Ellenben az évszázadokon, sőt ezredek át élő fenyőféle és lombos fák törzsében a másodlagos fát és háncsot a kambium évről évre újabb és újabb rétegekkel gyarapítja. Ha az ilyen törzs keresztmetszetét szabad szemmel vizsgáljuk, úgy a másodlagos fa réteges szerkezete azonnal szemünkbe tűnik (268. ábra). Eme rétegek, vagyis *évgűrök* azáltal jönnek létre, hogy a tenyészet télen szünetel, illetőleg a kambium működése már augusztusban befejezést nyer, a nyár derekán keletkező faréteg pedig sokkal tömörebb szerkezetű mint a rákövetkező tavaszi réteg fája. Ez már kézi nagyítóval is észlel-



271. ábra. A cirbolya fenyő (*Pinus cembra*) fájának keresztmetszete: *bs* bélsugár; *a-a* az évgűrű határa. Lent balról egy gyantavezeték. (Eredeti kép.)



272. ábra. A lúcfenyő (*Picea excelsa*) fája: *égyh* az évgűrű határa; *bs* bélsugár; *gyv* gyantavezeték. (Eredeti kép.)



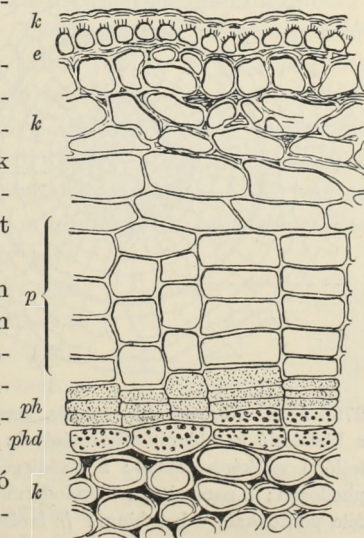
273. ábra. I az iszalag (*Clematis vitalba*), II a kocsányos tölgy (*Quercus pedunculata*), III a puszpáng (*Buxus sempervirens*) fájának keresztmetszete, ugyanazon, 100-szoros nagyítás mellett. (Eredeti rajzok.)

hető (269. ábra), még inkább azonban mikroszkóppal (270. és 271. ábra), amellyel kivehető, hogy az évgyűrű külső határán sokkal tömörebb szerkezetű, apróbb sejtek foglalnak helyet mint a következő évgyűrű tavaszi rétegében.

Az évgyűrűk keletkezése a klíma változásával, illetőleg a mi mérsékelt földvünkön a tenyészeti idő periodikus szünetelésével és megindulásával kapcsolatos. A forró földövi fákön évgyűrűk nem keletkeznek, vagy csak határozatlan alakban, a szárazabb és esősebb évszakok periodusait jelezve.

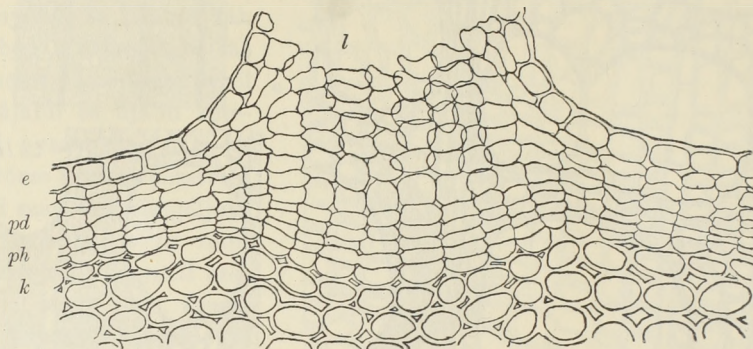
Az évgyűrűkön keresztül a sugár irányában haladnak a *bélsugarak*. Ezek a fenyőfélék fájában (272. ábra) vékonyak, többnyire egy sejtnyi szélesek, és ezért a keresztmetszeten szabad szemmel nem láthatók. A lombos fák bélsugarai ellenben többnyire többsejtnyi szélesek, szabad szemmel is jól láthatók (269. ábra). A belből kiinduló bélsugarakat elsődleges, — a külsőbb évgyűrűben kezdődőket pedig másodlagos bélsugaraknak nevezzük (269. ábra).

A fenyőfélék fája túlnyomóan tracheidákból áll (272. ábra). Parenchima-sejtek csak a gyantavezetékek belésében és a bélsugarakban fordulnak



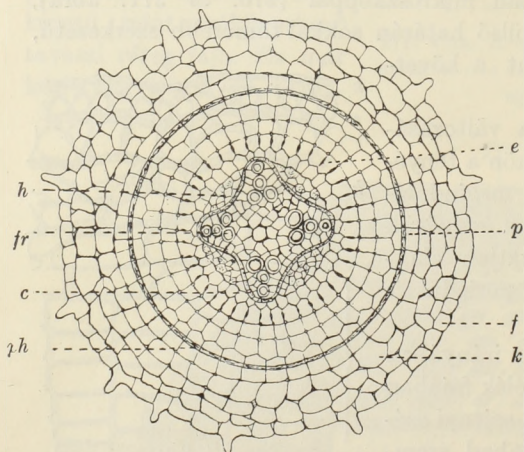
274. ábra. A *Ribes nigrum* ágán meginduló paraképződés: *k* kutikula; *e* epidermisz; *k* elsődleges kéreg; *p* pararéteg; *ph* phellogen; *phd* phelloderma. Nagyítva. (Sachs.)

elő, valamint (pl. Cupressaceae) ú. n. egyszerű gyantavezetékek vagy gyantasejtek alakjában. Edények a fenyőfélék törzsében nem fordulnak elő. Ezzel szemben a lombos- vagy kétszikű fák fája sokkal bonyolultabb szerke-



275. ábra. A fekefe bodza (*Sambucus nigra*) paraszemölése : *e* epidermisz, *pd* periderma, *ph* phellogen, *k* elsődleges kéreg, *l* paraszemölcs. 90 : 1. (Giesenhagen.)

zetű (270. ábra). Elemi alkotórészei : edények, tracheidák, rosttracheidák, libri-form sejtek, valamint még más sejtfaajták is, és mindig jelentékeny arányban van fájukban parenchyma. E berendezkedés által a lombos fák törzsében



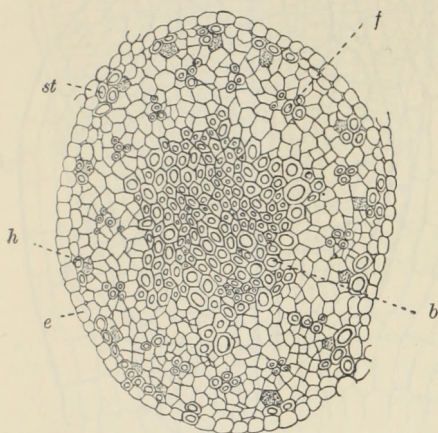
276. ábra. Négysugarú gyökér keresztmetszete, a kialakuló kambium feltüntetésével : *f* epidermisz, fejlődő gyökérszőrökkel ; *k* elsődleges kéreg ; *ph* phellogen ; *p* parasejtek ; *e* endodermisz, Caspary-féle pontokkal ; *c* kambium ; *fr* farész ; *h* hancsrész. (Belzung.)

sokkaltöbb tartaléktáplálóanyag halmozódhatik fel mint a fenyőfélék fájában. Ennek következtében a lombos fák, ősszel lombjukat lehul-
latva, tavaszkor akadály nélkül ki-
hajthatnak tartalék-táplálóanyaguk-
ból ; nemkülönben évközben is, ha
lombozatuk pl. elfagy avagy ha azt a
rovarok rágják le. Ilyen visszaszer-
zésre a fenyőfélék nem képesek : ha
lombozatuk elpusztul, többé nem
hajtanak ki.

Az előbbieken leírt másod-
lagos fának fiziológiai és mechani-
kai hivatása van. Szilárd alkotású,
hosszú, rostalakú sejtjei segítségé-
vel biztosítja a törzs szilárdságát ;
ezenkívül pedig, különösen a leg-
külső néhány évgyűrűben, szállítja
a gyökerektől felvett vizet a koro-
nához ; parenchimas elemi alkotó-

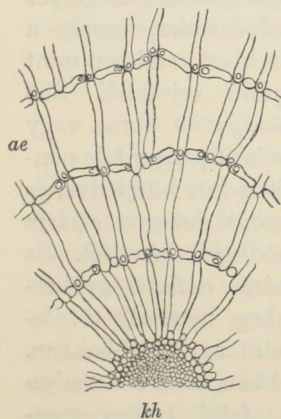
részei pedig a táplálóanyagok raktározására és különféle átalakítására szolgálnak. A fa szerkezete ezek következtében összefügg az illető növény összes fiziológiai és biológiai viszonyaival. Így pl. a kúszó iszalagnak aránylag vékony fatesté-

ben, a kellő vízmennyiség szállításával összhangban, sokkal nagyobb és több edény van (273. ábra) mint a tölgy fájában (273. ábra), és ebben megint több és nagyobb edény mint az aránylag kis koronájú és levélszerkezete folytán is kevesebb vizet párologtató puszpáng fájában (273. ábra).



277. ábra. A *Posidonia Caulini* gyökere belső részének keresztmetszete: *b* szilárd szerkezetű, elfásodott bél; *f* faedények; *h* magában álló háncsrész; *st* sztereoma-sejtek; *e* endodermisz. (Sauvageau.)

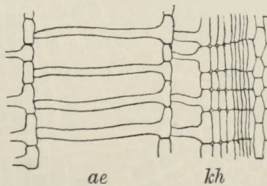
következtében az epidermisz csakhamar felreped és a szövetek védelmét a *pararéteg* (*periderma*) veszi át. A periderma külön e célra keletkező kambiumból, a *parakambiumból*, vagy *phellogen*-ből, veszi eredetét, mely osztódó sejtréteg kifelé füzi le a parafasejteket (274. ábra). A phellogen létrejöhet az epidermiszből, vagy az elsődleges kéreg külsőbb vagy pedig mélyebben fekvő sejtrétegeiből (274. ábra). Befelé a zöld színű *phelloderma*-sejtréteget hozza létre. A fák vastag, cserepes kérge is ily parakambiumok működése által jön létre. Feltűnő vastag *pararéteg* fejlődik a paratölgy kérgén, amiből a parafadugókat és más parafatárgyakat készítenek.



278. ábra. A *Jussiaena* gyökere keresztmetszete: *kh* központi henger *ae* aerenchymás szerkezetű kéreg. (Schenk.)

A lombos fák törzsén a paraképződéssel párhuzamosan *paraszemölcsők* vagy *lenticellák* is keletkeznek (275. ábra). Ezek az epidermisz szájnnyílásai alatt fejlődnek, és a felbőr felpattanása után mint laza szövetű, világosabb színű bibircsek tűnnek fel. Eredetüket a lenticella-kambiumból veszik, amely befelé zöld *phelloderma*-réteget, kifelé pedig lazán álló gömbölyded lenticella-sejteket és

A fák törzsén sok esetben azt tapasztaljuk, hogy a farész belseje sötétebb színű. Ez a belső rész a *geszt*, amely védőgummi, csersav, a fenyőkben gyanta és különböző színes anyagok stb. lerakódása által jön létre, és a külső, világosabb színű résznél, — melyet *szíjác*snak nevezünk, — súlyosabb, szilárdabb és tartósabb. A gesztben az edények, illetőleg a fenyőfélék gesztjében a gyantavezetékek, zsákszerűen benyúló sejtekkel, ún. *thyllis*-ekkel vannak kitöltve. Ennek következtében a geszt a vízszállításban nem vesz részt, és különben is a törzsnek az életműködésekből kicsatolt részét képezi. — A szár másodlagos vastagodása



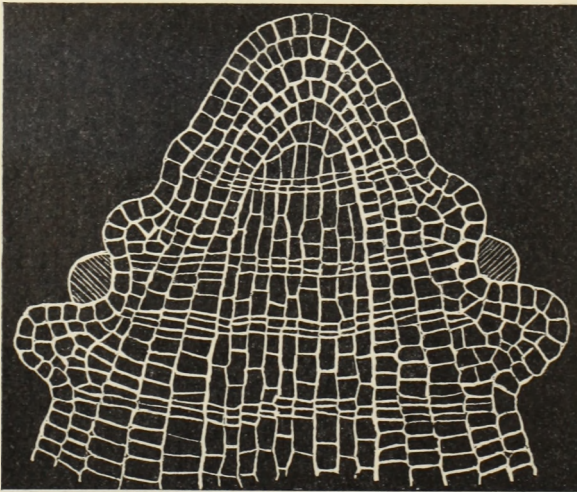
279. ábra. A *Jussiaena* gyökere részlete hosszmetsetben: *kh* a központi henger szélé; *ae* aerenchyma szerkezetű kéreg. (Schenk.)

csek tűnnek fel. Eredetüket a lenticella-kambiumból veszik, amely befelé zöld *phelloderma*-réteget, kifelé pedig lazán álló gömbölyded lenticella-sejteket és

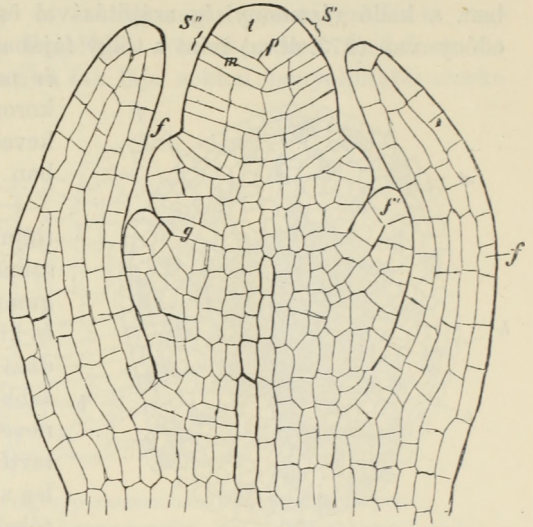
közbe-közbe elválasztó parasejt-rétegeket fűz le. E kambium csatlakozik azután oldalt a kéreg phellogenjéhez. A paraszemölcsök a gáz-cserét közvetítik a kéreg belsőbb rétegei felé.

A gyökér szerkezete.

A gyökér a szártól szöveti szerkezetében lényegesen elüt (276. ábra). Epidermisze sokkal finomabb, ennek külső sejtfalai nincsenek kutikulával borítva és nem vastagodnak annyira meg mint a szár vagy levél ugyane sejtjei. Epidermisz-sejtjeiből fejlődnek a gyökérszőrök (276. ábra). Az epidermisz alatt az elsődleges kéreg foglal helyet, amely természetesen klorofillt nem tartalmaz. Az epidermisz csakhamarelszokott pusztulni, hasonlóan amint azt a gyökérszőről is már említettük. Ekkor a lefoszló epidermiszsejtek szerepét az elsődleges kéreg legkülső sejtrétege, amely kutinizálódik, veszi át. Ezt a sejtréteget *exodermisznak* nevezzük. Az elsődleges kérgen belül foglal helyet

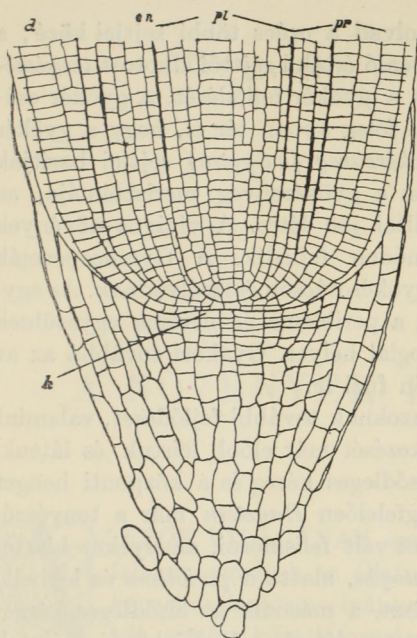


281. ábra. A *Hippuris vulgaris* tenyészőcsúcsának hosszmetse: *d* dermatogén; *pr* peribléma; *pl* pleróma; *l* levélkezdemény. 280-szor nagyítva.



280. ábra. Az *Equisetum arvense* tenyészőcsúcsának hosszmetse: *t* vezérsejt; *S'*, *S''* egymásután következő szeletsejtek (segmentum); *f* levélörv; *g* új oldalhajtás iniciális sejtje. 240-szer nagyítva. (Strasburger.)

az endodermisz, amely a gyökerekben rendszeren mint vastagfalú sejtekből álló *védőhüvely* (259. ábra), vagy néha mint *Caspary-féle* pontos réteg van kifejlődve, és a központi hengert elzárja az elsődleges kéregtől. Ez az elzárás a fiatal gyökérrészekben nem oly tökéletes mint az idősebbekben, melyekben az endodermiszsejtek falai erősen megvastagodnak és elparásodnak. Ha az illető sejtek falának megvastagodása már a gyökerek fiatal korában bekövetkezik, úgy az edénnyalábok farászei előtt (259. ábra) az endodermisznak



282. ábra. Az árpa (*Hordeum vulgare*) gyökércsúcsa: *d* dermatogén; *pr* peribléma; *en* endodermisz; *pl* pleróma; *k* kalyptrógén.

130-szor nagyítva. (Strasburger.)

egyes sejtjei vékonyfaluak maradnak. Ezek az ú. n. *áteresztő sejtek*, melyek által a központi henger és az elsődleges kéreg között fennmarad az összeköttetés.

Az endodermiszre a gyökerek központi hengerében is a *perikambium* következik, amely a gyökérelágazások kiindulóhelye, és ez okból nevezhető kambiumnak. Ezen belül az edénynyalábok vannak, sugarasan elhelyezett részekkel. A farsz legnagyobb edényei befelé, — a kisebbek kifelé esnek. A nyalábok száma szerint a gyökerek egy-, két-, háromsugarúak (diarch, triarch, tetrarch) stb. lehetnek. A 259. ábrán lerajzolt gyökér *pl.* pentarch, a 276. ábra ellenben tetrarch gyökeret ábrázol.

A növény életmódja szerint a gyökér szerkezete különféle lehet, és különösen elütő a rendestől a vízben élő növények gyökérének szerkezete. A legszilárdabb része az ily gyökereknek a gyökér tengelyének környékére esik (277. és 278. ábra). Az elsődleges kéreg pedig rendszeren igen laza, légüregektől átjárt *aerenchyma* (278. és 279. ábra). Légüreges, illetőleg légszűrő a vízinnövények többi részeiben is előfordulnak.

A növényi test fejlődése.

Az egysejtű növények, melyek elődjük kettéosztódása által jönnek létre, az osztódás befejezésével el is készültek, legfeljebb még nőnek. Hasonlóan egyszerű a fonalakú telepes növényeknek, a gombáknak és a moszatok egy részének fejlődése, amelyeken csakis a spórák és az ivari sejtek keletkezése kölcsönöz némi változatosságot a testalkatuk fejlődésében; vegetatív sejtjeik, vagyis fonalaik, pedig minden irányban egyformák, egyenlő értékűek. Némi változást találunk már ama növények fejlődésében, amelyek egyszerű alkotásúak ugyan, de amelyeken már külön csúcsot és alaprészt különböztethetünk meg. A testnek fejlődését e növényeken, *pl.* a *Cladostephus verticillatus*, vagy a *Dictyota dichotoma* nevű barna moszaton, a csúcson helyet foglaló ékalakú sejt, a *vezérsejt* vezeti. Ilyen vezérsejt a magasabbrendű virágtalan növényeken is megvan. A mohok, surlók, harasztok szár- és gyökércsúcsa rendszeren szintén vezérsejttel nő (280. ábra), amely háromoldalú, pirámisalakú és gömbölyded alapjával kifelé fordulva képezi a csúcsot. A vezérsejt osztódása által jön létre a főhajtás és azon az oldaltágok, melyek mindegyikének csúcán egy-egy vezérsejt foglalt helyet.

A korpafűféléken a vezérsejt már beleolvad a csúcs többi sejtjei közé; a virágos növényeken pedig már a számos, egyenlő értékű sejtől alkotott *tenyésző-csúcs* (281. és 282. ábra) vezeti a szár és a gyökér fejlődését. A gyökér csúcsának szerkezete a szár tenyészőcsúcsáétól főleg abban tér el, hogy a gyökér csúcsát az egymáshoz lazán illeszkedő *gyökérsüveg* (*kalyptra*) sejtjei borítják (282. ábra). A pteridophyták gyökércsúcsán a gyökérsüveg merisztémája, az ú. n. *kalyptrógén*, a vezérsejt osztódása által jön létre. A virágos növények gyökércsúcsán a kalyptrógén különféle módon fejlődik. A Gymnospermák periblémája, plerómája és kalyptrógénje a gyökércsúcson összeolvadnak. Az egy- szíkiúek gyökerén (282. ábra) ellenben csak a peribléma és pleróma egyesülnek egymással és a kalyptrógén ezeken kívül foglal helyet. Gyakori továbbá az az eset is, hogy a gyökérsüveget a dermatogén fűzi le.

A szár tenyésző csúcsának sejtjeit és azoknak további fejlődését, valamint a különböző alakú sejtek és szövetek keletkezését már előbb leírtuk és láttuk, hogy a kifejlett szárát az epidermisz, az elsődleges kéreg és a központi henger alkotja. Ezeknek a szövetegységeknek megfelelően *Hanstein* már a tenyésző-csúcsban is bizonyos szövetnemző-egységeket velt felismerni, amelyeket hisztogéneknek nevezett. E hisztogének: a *dermatogén*, alatta a *peribléma* és legbelül a *pleróma* (281. ábra). Az első az epidermiszt, a második az elsődleges kérget és a harmadik a központi hengert volna hivatva létrehozni. Újabb vizsgálatok arra az eredményre vezettek, hogy a tenyészőcsúcson ilyen speciális fejlődéstani értékkel bíró szövetrétegeket felismerni, elkülöníteni — általánosságban — nem lehet. A hisztogének ugyan egyes gyökerek csúcsán felismerhetők és ezeken a dermatogénből tényleg az epidermisz, a periblémából elsődleges kéreg és a plerómából központi henger lesz. A szár tenyészőcsúcsán azonban hasonlót nem lehet kimutatni. Az egyetlen növény, amelynek tenyészőcsúcsán eddig a hisztogéneket sikerült kimutatni, a *Hippuris vulgaris* (281. ábra); azonban erről is kimutatta *Schoutte*, hogy plerómájából nemcsak központi henger, hanem a kéreg egy része is ered. Hasonlóan áll a dolog a Gymnospermák szárának tenyészőcsúcsára vonatkozólag is, amelyek közül többről kiderült, hogy dermatogénjük tangenciális irányban is osztódik, és így tehát abból nemcsak epidermisz lesz, hanem részben elsődleges kéreg is. Ez tapasztalható a Gramineák levelén is. A *Monstera deliciosa* levelén levő lyukak szélein pedig, amelyek az illető részek elhalása és kiesése által keletkeznek, az epidermisz ismét záródik, ami csak úgy történhetik, hogy a lyukak szélén, a levélmerisztéma periblémájából és plerómájából is epidermiszsejtek keletkeznek. Már pedig, ha ugyanaz a hisztogén különböző szöveteket hozhat létre és megfordítva, különböző hisztogénekből ugyanaz a szövet származhatik, úgy azoknak nem lehet fejlődéstani értéket tulajdonítani. Ezt bizonyítja különben az oldalhajtások keletkezési módja is. Ezeknek összes szövetnemei ugyanis a főtengety dermatogénjéből, vagy ebből és a periblémából veszik eredetüket, és az új hajtás központi hengere a főtengety plerómájával fejlődéstaniilag semmiféle vonatkozásban sem áll. Ezek alapján a tenyészőcsúcs ú. n. hisztogénjeit csakis helyzetük szerint különböztethetjük meg; nagyobb fejlődéstani jelentőségük nincsen.

A NÖVÉNYEK ÉLETFOLYAMATAI.



AZ ÉLŐK VILÁGÁNAK ismerete mindinkább ledönti azokat a válaszfalakat, amelyek az állatokat és a növényeket egymástól az emberek képzeletvilágában elválasztották. Mai felfogásunk szerint is már a két csoport közt jóformán csak olyan különbségek vannak, amelyek az élet folyamataiban tűnnek elő. Az élőlények élete ugyanis folytonos kémiai és fizikai változásokból áll. Ezekkel a kémiai és fizikai változásokkal foglalkozik az *élettan*, jóllehet a változások összességét és így magát az életet nem képes még a maga teljességében megmagyarázni.

Az élő testet jellemző változások nagy számát három csoportba foglalhatjuk össze: nevezetesen az alakra, a növény által végzett munkára és az anyagcserére vonatkozó változások csoportjaira, úgy hogy Jost munkájában, amelyet ebben a részben követünk, Wiesner, Linsbauer és mások nyomán már ezekre a csoportokra osztva tárgyalja a változásokat, ellentétben többek közt a ma élő legjelentékenyebb fiziológussal, Pfefferrel is, aki a növényélettant két részét különbözteti meg, külön tárgyalva az anyag és külön az erő változásait. A változásokról magukról pedig meggyőződést szerezhethünk a természettudományokban ma már általában használatos módszerek: a megfigyelés és a kísérlet által. Ezekkel a módszerekkel sikerült kimutatni, hogy ugyanazok a változások, ugyanazok az élettani folyamatok az állat- és növényvilágban egyaránt előfordulnak, úgy hogy a kettő közti különbségek mindinkább elenyésznek, egyúttal azonban mindinkább kidomborodik a kettő közti élettani különbség is, mely főleg abban áll, hogy a növények életüknek fenntartásához, testüknek felépítéséhez szükséges organikus anyagokat maguk készítik az élettelen vagyis anorganikus világ anyagaiból, míg az állatok csak a növények készítette organikus vegyületekből tarthatják fenn magukat.

Ebből az okból elsősorban a növények erre a munkájára óhajtok rámutatni, hogy azután az ezekkel kapcsolatos változásokra is rámutathassak. A növényeknek ez a munkája az, amelyet rövidesen anyagcserének szokás mondani, de amely voltaképpen és főleg a táplálkozás folyamatából áll.

I. A növények táplálkozása.

A növények anyagcseréje.

A növények táplálkozásával eredményesen csak úgy ismerkedhetünk meg, ha már előzetesen ismerjük azokat az anyagokat, illetőleg kémiai elemi alkotórészeket, amelyekből a növényi test áll. A kémiai elemzés aránylag nagyon kevés számú elemet mutat ki a növényi testben. Ha ugyanis eltekintünk azoktól az elemektől, amelyek a növényi testben csak esetlegesen vannak meg, vagy amelyek a növényre nézve semmi-nemű jelentőséggel nem bírnak, úgy csak a következő tizenhárom elem az, amely a növényi test alkotásában, illetőleg a növényi test anyagcseréjében szerepel, és pedig a hidrogén *H*, oxigén *O*, klór *Cl*, kén *S*, nitrogén *N*, foszfor *P*, szilícium *Si*, szén *C*, kálium *K*, nátrium *Na*, mész *Ca*, magnézium *Mg*, vas *Fe*.

A növény életében szereplő ez a tizenhárom elem ismerete azonban magáról a növényi test anyagainak szerepéről még nem nyújt tájékoztatást. Az elemekre vonatkozó kémiai mennyileges elemzés is alig enged a növényi élet folyamatába mélyebb betekintést. Legfeljebb az elemeknek a növény testében való viszonylagos mennyiségéről tájékoztat. Ilyenmű elemzést már nagy számmal bírnak. Például szolgáljanak az Ebermayer elemzései közül a Jost közölte következők:

A növényrész	C	H	O	N	Hamu
Búzaszem.....	46.1	5.8	43.4	2.3	2.4
Zabszem	50.7	6.4	36.7	2.2	4.0
Rozsszalma	49.9	5.6	40.6	0.3	3.6
Burgonyagumó	44.0	5.8	44.7	1.5	4.0
Borsómag.....	46.5	6.2	40.0	4.2	3.1
Répalevél.....	38.1	5.1	30.8	4.5	21.5

A táblázatból kitűnik, hogy a felsorolt növényrészek 100° C hőmérsékleten szárított anyagának száz részében mennyi szén, hidrogén, oxigén, nitrogén és hamu van.

A táblázatból azonban nem tűnik ki, hogy ezek az elemek milyen vegyületeket alkotnak a növény testében. Pedig ezeknek a vegyületeknek az ismerete alapján foglalkozhatunk csak a *növények anyagcseréjével*. A kémiai elemzések útján igen sok ilyen növényi vegyületről van tudomásunk, jóllehet attól még nagyon távol vagyunk, hogy valamennyit ismerjük. Ha az egyes növényekben meglevő különleges vegyületektől és a növények testében esetleg meglevő szervesetlen, anorganikus vegyületektől eltekintünk is, úgy még akkor is a minden növényi testben megtalálható vegyületek száma igen jelentékeny. Ezek mindannyian a szénnek vagy a hidrogénnel, oxigénnel, nitrogénnel, esetleg kénnel vagy foszforral vagy pedig ezek egyikével vagy másikával való vegyületei.

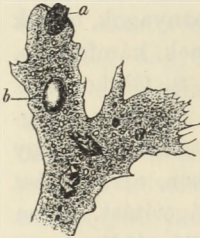
Az ily módon alakult vegyületek száma is egész légió, úgy hogy tájékozódás végett csak a rokonvegyületeket összefoglaló csoportokat sorolom fel. Ilyenek : 1.^o A szerves savak, pl. almasav, citromsav, sósavas, stb. 2. A zsírok, mint pl. palmitinsav, stearinsav, oleinsav gliceridjei. Idetartozik a paraanyag és a viasz is. 3. Szénhidrátok, pl. szőlőcukor, mannose, galaktose, arabinose, továbbá a nádcukor, tejcukor, végül a cellulóza és a keményítő. 4. Amidoanyagok, minők az amidosavak és a sav-amidok. 5. Éterikus olajok, pl. a terpenek, kámfor stb. 6. Gyanták. 7. Alkaloidok, nitrogéntartalmú növényi bázisok. 8. Glykozidák. 9. Festékanyagok, pl. klorofill. 10. Fehérjenemű vegyületek, amelyek a legfontosabbak és amelyek *C*, *H*, *O*, *N*, *S*-ből, esetleg *P*-ből állanak. Hogy ezek a vegyületek milyen arányban vannak meg a növényekben, arról egész növények vagy nagyobb növényi részek elemzése ad felvilágosítást. Ilyen elemzések eredményeit tünteti fel a mellékelt, Jost után közölt táblázat :

A növényrész	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	Víz	Nitrogén tartalmú anyag	Zsír	N-mentes extraktív anyag	Farost	Hamu
1. Búzaszem.....	13·65	12·35	1·75	67·91	2·53	1·81
2. Rozsszem.....	15·06	11·52	1·79	67·81	2·01	1·81
3. Lóbab magja.....	14·76	24·27	1·61	49·01	7·09	3·26
4. Kókuszdió.....	5·81	8·88	67·00	12·44	4·06	1·81
5. Burgonyagumó.....	75·48	1·95	0·15	20·69	0·75	0·98
6. Répagyökér.....	87·71	1·09	0·11	9·26	0·98	0·95
7. Fokhagymalevél.....	90·82	2·10	0·44	4·55	1·27	0·82
8. Fejessalátalevél.....	94·33	1·41	0·31	2·19	0·73	1·03

A táblázat a növényi friss anyag száz részében foglalt mennyiségeket mutatja be. És pedig az első oszlopban a növényekben tartalmazott vízmennyiséget. Az adatokból az tűnik ki, hogy minden növény és minden növényrészben van víz ; és pedig a magvakban kevesebb (12—15%), ellenben a gyökérben, gumóban, levélben több (75—94%). A vízmennyiség legnagyobb a vízinövényekben, különösen a moszatokban, amelyekben a vízmennyiség sokszor egészen 98%. A táblázatos kimutatás szerint minden növényi test elégetése után hamu marad meg, amiért is a hamuban tartalmazott anyagokat a növényi test *hamualkotó részének* szokás nevezni. A víz és a hamualkotó részek könnyen kimutathatók az elemzés által, a táblázatban foglalt egyéb alkotórészek kimutatása meglehetősen bizonytalan, mert az elemzési eljárások, bár az elemekre nézve pontos adatokat eredményeznek, az elemek alkotta vegyületek kiderítésében még ingadozók és nem bizonyosak. De ha még annyira biztosak volnának is — még akkor sem deríthetnének fényt a növényi testben végbemenő folyamatokra, amelyek a növényi testben sokszor egymástól jól elkülönített helyeken folynak le. Hiszen tudjuk, hogy a növényi test tagokra oszlik és még a legegyszerűbbek

is több elemi alkotórészből, a sejtekből állanak és csak a legalsóbbrendűek sorában találunk olyanokra, amelyek egyetlenegy sejtből állanak.

Ez az egy sejt éppen úgy, mint a magasabbrendű növények testét alkotó sejtek azok, amelyekben az anyagsere folyamatait kell keresnünk. Különösen



283. ábra. A Chondriodermis difforme plasmodiumának részlete, mely idegen szilárd testet vesz magába *a*, és mely belsejében különféle idegen anyagot, sőt még olajcseppet *b* is tartalmaz. 200-szor nagyítva. (Pfeffer.)

a sejt testét alkotó protoplazma az, amelyben az anyagsere végbe megy. Ez veszi magába kívülről az anyagokat, ebben mennek végbe a változások, átalakulások és ez a test az, mely végre a felesleges vagy hasznavehetetlen anyagokat magából kiválasztja, kidobja. A protoplazma, mely ilyen sokféle munka végezésére képes, úgy kémiai, mint alakbeli tulajdonságaiban sem lehet egyszerű. Kémiai szerkezetére nézve igen sokféle vegyületből áll össze, melyek közt legjelentékenyebb mennyiségű a foszfortartalmú fehérje (körülbelül 40 %). A szerkezetbeli viszonyaira vonatkozólag többféle vélemény van, amelyek eltérők egymástól, annyi azonban bizonyos, hogy a protoplazma szerkezeti viszonyai állandóan nem egységesek és nem egyformák. Kétségtelen, hogy a sokféle munka folytán a protoplazma szerkezete és alkotása komplikált. Éppen azért hasonlítják össze a protoplazmát, illetőleg a sejtet a gépekkel, ami azonban már csak azért sem találó, mert hiszen a gépek nem saját anyagukból termelnek eredményt. Sokkal találóbb a protoplazmát a kémiai gyárral vagy a kémiai laboratóriummal hasonlítani

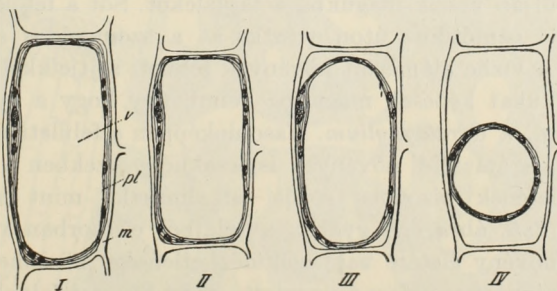
össze. Hiszen ebben is, mint a sejtben, tehát egy helyen belől ugyanazon időben többrendbeli folyamat megy végbe: a protoplazmában az oxidálás és redukálás, a vegyületek alakulása és bomlása. Mindezek azt bizonyítják, hogy a protoplazmának organizációval kell bírnia. Ez az organizáció a protoplazma vegyi szerkezetével kapcsolatban azonban még távolról sem ismeretes, de ismereteink mai állapota is megengedi már, hogy a növények táplálkozásának egyes folyamatait megérthessük; ezek közül elsősorban a táplálék felvételének módját kell megismernünk, amelynek vizsgálatára egyetlen sejt megfigyeléséből indulunk ki.

A sejtfallal nem bíró sejt, mint aminő a nyálkagombák (Myxomycetes) sejtje, a szilárd testeket is minden nehézség nélkül körülfoghatja és lassankint testének belsejébe is juttathatja (283. ábra). A növényi testek túlnyomó többsége azonban sejtfallal bíró sejtekből áll, úgy hogy szilárd test nem juthat a sejtbe, amiért is a növény folyékony, illetőleg oldott táplálékanyagokra van utalva. Természetes viszonyok közt majdnem kizárólag a víz felvételéről és a vízben oldott anyagokról van szó.

A víz a sejtfalba és a protoplazmába, mint dagadásra képes testekbe, minden nehézség nélkül benyomulhat. A vízben oldott anyagok azonban nem minden nehézség nélkül jutnak a sejt belsejébe, sőt vannak olyanok is, amelyeket az élő protoplazma egyáltalán nem ereszt be testébe. A víznek, illetőleg a vízben oldott anyagoknak a felvétele az ozmosis fizikai tünetények törvényei szerint megy végbe. A sejtet, a protoplazmát körülvevő sejtfallal az

a hártya, amelyen a sejtet körülvevő oldatok a protoplazmához jutnak és amelyen viszont a sejtnek oldott vegyületei a sejtől kijutnak. A sejttel e tekintetben úgy viselkedik, mint a pergamenthártya vagy az állati hólyaghártya, — a víz átszivárgását könnyebben engedi meg mint a sóoldatok átszivárgását. Lassanként ezek is átszivároghatnak, ellenben a nagy molekulájú testek, minők pl. a gummi, fehérje, vagy csak nehezen, vagy egyáltalán nem jutnak át. A protoplazma ozmotikus tulajdonságai megegyeznek az úgynevezett semipermeabilis hártyákkal, amelyek a vizet könnyen áteresztik, de bizonyos anyagokat, pl. sok sót, egyáltalán nem engednek át; ezekre nézve impermeabilis. Ennek folytán a plazma elválasztotta nem ozmotizáló oldat és víz soha nem elegyedhetik, ellenben a víz áthatolása folytán a semipermeabilis hártyákba zárt oldat a behatoló víz folytán tetemesen gyarapodni fog és pedig olyan erővel, hogy az tetemes nyomást fejt ki. A sejtnek ezt a tulajdonságát nagy hasonlatossággal bizonyítja be a Pfeffer-féle ozmótikus sejt, amelynek oldat elfoglalta térfogata a protoplazma vakuolájának felel meg; ebben a nyomás épp oly mértékben gyarapodik az ozmózis folytán, mint Pfeffer készülékében. Ez a nyomás az, mely a protoplazmát a sejtfalhoz szorítja és amely a sejtfalat is kifeszíti, miért is feszültségnek (duzzadt-ságnak), turgornak nevezzük. A protoplazmán áthatoló anyagokat leginkább úgy állapíthatjuk meg, hogy meghatározzuk, melyek képesek a sejtnedvből a protoplazmán át kiáramolni (exozmózis) vagy melyek képesek a protoplazmán át a vakuolába jutni (endozmózis). Az endozmózis útján könnyebben juthatunk eredményre, mert könnyebben áll módunkban a legkülönbözőbb vegyületek felhasználása és könnyebben találhatunk az endozmózis határozott bizonyosságára. A protoplazma hártyájának impermeabilitására bizonyosságot szolgáltat a plazmolízis jelensége.

Ha valamelyik sejtet, pl. moszatsejtet, amelynek vakuolája 10 százalékos cukoroldatot tartalmaz, olyan cukoroldatba helyezünk, mely a sejtnedvnél kisebb telítettségű, ez esetben a vakuolába a környezetből kevesebb víz fog bejutni, mintha tiszta vízben lett volna és ha a plazmán kívül és belül levő oldat egyenlő telítettségű lesz, úgy a sejt nem vesz több vizet fel, sőt ha a protoplazmán kívül eső oldat telítettebb leend a belsónél, úgy a külső cukoroldat vizet fog elvonni a vakuolából és a vakuola kisebbedni fog, amely kisebbedést a protoplazma fokozatosan követni fogja, míg a sejtfal csak addig húzódik vissza, amíg a feszültség előtti nagyságát éri el, ezután a plazma térfogatának további kisebbedésében a sejtfaltól elválk, plazmolizál,



284. ábra. A *Cephalaria leucantha* kocsányának kéregparenchimájából vett I. félig megnövekedett fiatal sejt. II. Ugyanaz 4 %, III. 6 % és IV. 10 % salétromsavas kaliumoldatban. Optikai hosszanti metszet. *m* sejtfal, *pl* plazma, *v* vakuola. (De Vries.)

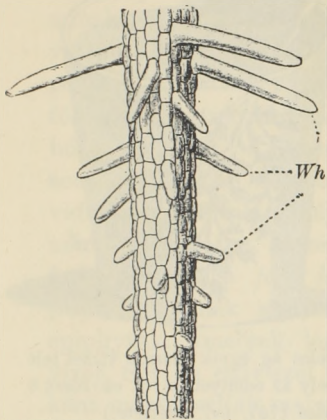
mi a sejtfal alkotta sarkokban kezdődik és végül a protoplazma a sejtfalvázon belül mint ellipszoid, vagy golyóalakú test foglal helyet (284. ábra). Ha a plazmolizált sejthez rövid idő múltán vizet adunk, úgy ismét eredeti viszonyai térnek vissza. A protoplazma megölésével, pl. meleg vagy telített oldatok hosszabb hatása folytán, elvész ozmotikai tulajdonsága és testén áteresztí a sóoldatokat és a festéket is.

Az ozmotikus folyamatok létesítette nyomás a növényi sejtekben meglehetősen különleges; 5—10 atmoszférájú nyomás igen közönséges. Három atmoszféránál kisebb nyomás nem igen fordul elő, de a nyomás 15—20 atmoszférára is emelkedhetik, pl. a répa és a vereshagyma sejtjeiben. Ennek az ozmotikus nyomásnak sok esetben különleges és határozott működése van. Ezek közül csak a sejtfalnak a nyomás folytán való feszültségét és ily módon kialakult merevségét emelem ki, amely a növények szilárdságának egyik oka. Ebből kitűnik, hogy az ozmótikus nyomás megegyezik a feszültségi nyomással, a turgorral. Ugyancsak kitűnik abból az is, hogy az ozmótikus folyamatoknak a táplálékanyagok felvételében van jelentékeny szerepe. A vizen kívül ugyanis a plazma átjárható számos a vízben oldott vegyületre nézve is, sőt *Pfeffer* bizonyossága szerint nagyon hígított festékanyagok is (methylenkék 1 : 10000) is felvétetnek a sejtbe. A különböző anyagok azonban bizonyos kiválogatással juthatnak a plazmába, úgy hogy fel kell tételeznünk, hogy a fizikai törvényszerűségű folyamat mellett még más, valószínűleg kémiai folyamatok is szerepelnek az anyagok felvételében. Minden valószínűség szerint a protoplazma legkülső rétege, a plazmahártya az, amely a különféle anyagok felvételét lehetővé teszi vagy megakasztja.

Ezekkel a képességekkel felruházott bármely sejt vagy növény képes vízből vagy oldatból bizonyos mennyiséget magába venni és ily módon táplálkozni. És csakugyan a vízbe alámerülve élő egysejtű vagy többsejtű testtel bíró moszatok a felületi sejtjeikkel ilyen ozmótikus folyamatok útján veszik magukba a táplálékot. Sőt a felületi sejtek környezte belső sejtek is ozmótikus úton veszik át a szomszédos sejtjeiktől a táplálékanyagokat. A vízbe alámerült növények felületi sejtjeikkel az összes vízben oldott táplálékukat képesek magukba venni, úgy hogy a gyökereket nélkülözni is képesek, pl. a *Ceratophyllum*. Hasonlóképpen a felületi sejtekkel veszik fel a táplálékot a szárazföldi növények is, csakhogy ezekben a táplálék felvételére a test felületének bizonyos sejtjei alkalmasak, mint aminőket a gyökéren találunk (285. ábra). A gyökér a talajból elsősorban vizet vesz magába, amelynek a növény életére való nélkülözhetlensége közismert. A növénynek ugyanis szüksége van vízre, egyrészt mert a sejtfalnak tartalmi részeihez tartozik, másrészt mert a vizet alkotó elemek a szénnel együtt a növény legfontosabb vegyületeit alkotják, de azért is, mert az élő protoplazma csak vízzel átitatva képes munkáját végezni és mert a vakuola is főleg vizet tartalmaz.

Ez az oka, hogy a növényi testben oly nagy mennyiségű vizet találunk. Ezért van a növénynek a táplálkozásban sok vízre szüksége. Ez a mennyiség még gyarapodik azon mennyiség által is, melynek jelentékeny mennyiségét gázalakban elbocsátja. *Haberlandt* megfigyelése szerint egy nyáron át egy

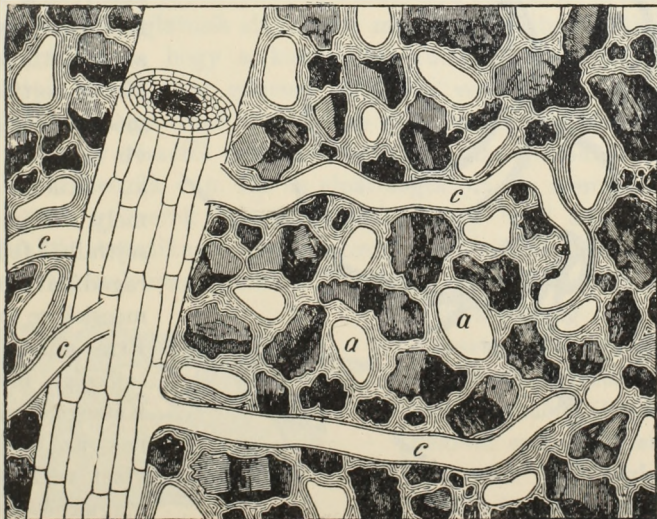
kukoricánövény 14 kg, egy *kendernövény* 27 kg, egy *napraforgó* 66 kg vizet párologtat el, tehát testsúlyának a többszörösét. Ha már ezek az aránylag kis növények ily nagymennyiségű vizet párologtatnak el, mennyit kell elpárologtatni egy fának! Höhnél végzett erre vonatkozólag számításokat, melyek szerint egy *nyírfa*, melynek 200.000 levele van, a nyár folyamán 7000 kg, egy nap alatt 38 kg vizet párologtat el. Honnan és milyen módon szerzi meg a növény ezt az óriási mennyiségű vizet!



285. ábra. A *Hydromystria stolonifera* gyökerének részlete gyökér-szörzsálakkal *Wh*. 35-ször nagyítva. (Giesenhagen.)

Kétségtelen, hogy a szárazföldi növények a talajból veszik magukba a vizet. A talaj pedig áll kőzetek elmállásából származó apró szemecskékből és organikus anyagokból. A szemecske közeit vagy tisztán víz tölti ki, pl. a mocsaras talajban, vagy pedig a szemecske közt csak levegő van és kevés a szemecskékre tapadó víz. Az ilyen, aránylag kevés vizet tartalmazó, száraz talajból kell a növénynek a vizet magához ragadni, amire csak jól kifejlődött gyökérzetével képes, amelynek lehetőleg nagy vízfelszívó felülete van (286. ábra).

A különbözőképen kifejlődött és megalakult gyökérzet különböző terjedelmű lehet. Egyéves *gabonanövények* összes gyökereinek hosszát 500—600 m-re teszik, egy nagy *töknövény* összes gyökereinek hosszát 25 km-re! A *napraforgó* gyökerei által elfoglalt térfogatot 1 m³-re becsülték. Ez a nagyterjedelmű gyökérzet kétféle gyökérrészből áll, nevezetesen az idősebb és a fiatalabbakból. Az előbbiek a vízfelszívást már nem teljesítik, hanem csak a növénynek a talajban való szilárdítását végzik. A fiatal gyökérágak azok, amelyek a vizet felszívják és pedig a fiatalabb részükkel, amelyeken a gyökér-szörzsálak fejlődnek, ahol pedig ezek hiányoznak, úgy az epidermisz-sejtek pótolják őket. A víz, illetőleg vízben oldott táplálékanyagok felvételének szervei ezek a *gyökér-szörzsálak* (285. ábra). Ezek-



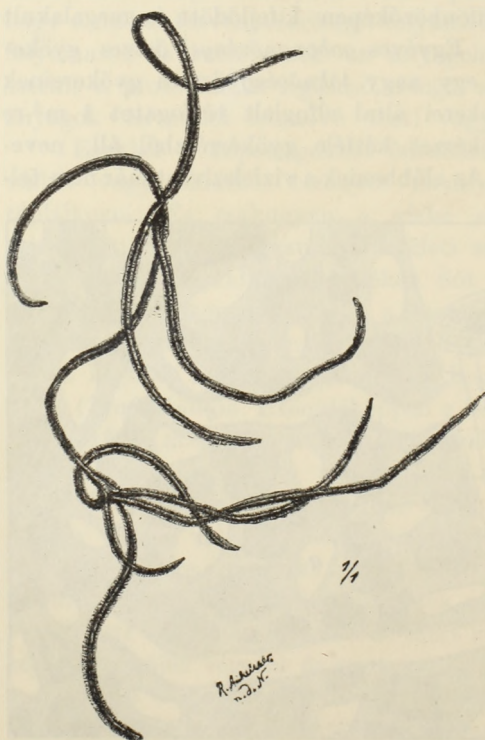
286. ábra. Talajmetszet gyökérhajszákkal *c*, a talajszemecskék közötti levegő *a*. (Hansen.)

nek kifejlődésével e gyökérnek vízfelvételre szolgáló felülete többszörösen, pl. a kukoricán $5\frac{1}{2}$, az árpán 12-szerre nagyobb lesz. A szőrszálakat fejlesztő gyökér folyton tovább-növekedik és csúcsa közelében fejlesztí a szőrszálakat, amelyek azonban csúcsától nem nagy távolságra már mind elhalnak. Ezek a gyökérszőrszálak a talaj részecskéi közé növekedve, azokkal szorosan egybe tapadnak, úgy hogy a szőrszál a vele közvetlen érintkező talajszemecskére tapadt vizet veszi fel; az ily módon

felvett víz helyére azonban a szomszédos víz nyomul, minélfogva a talaj vízmennyisége bizonyos mozgásba jut mindaddig, míg a talaj egészben véve



287. ábra. A lemetezett leveles ág egyik része *c* vízzel telt edénybe *d* van mártva, mely az edényen kívül eső részt *b* vízzel látja el. (Hales 1747. évi kísérlete.)

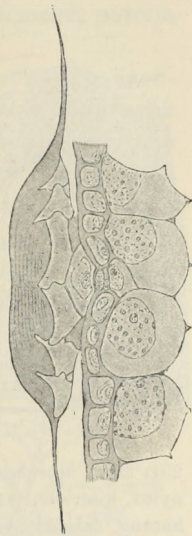


288. ábra. A *Tillandsia usneoides* hajtásának darabja. Természetes nagyság (Schimper.)

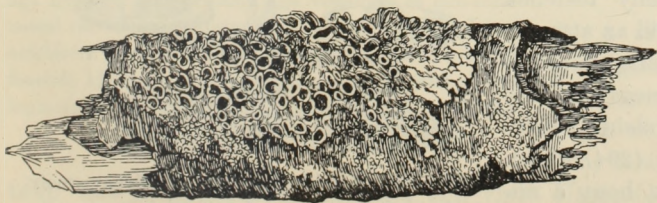
szárazabb lesz (286. ábra). Mennél kevesebb víz tapad azonban az egyes szemecskékre, annál nagyobb erővel tapad ez hozzá s annál nagyobb erőt kell majd kifejteni a szőröskének, hogy a vizet a talajszemecskétől elvonja. Az erő pedig, amellyel a szőrszál a vizet magába felveszi, legyőzve a tapadás erejét, az ozmotikus erő. Az ozmózis folytán a sejtfal megnyúlik és az ily módon megnagyobbodott üregbe víz szívódik be és pedig elsősorban a vakuolát környező plazmából, mely ismét vízbéli veszteségét a sejtfalból fedezi, mely most a megragadására szükséges vizet a szemecskékre tapadó vízből ragadja el. Erre annál nagyobb erőre leend szüksége, mennél szárazabb a talaj. Kétségtelenül a gyökér a növénynek az a rendes szerve, amellyel vizet vesz magába; vizet képesek magukba venni azonban földfeletti szervek is éppen olyan ozmotikus folyamatok alapján, mint a gyökér,

hacsak pl. a levél epidermisz-sejtjeinek falán áthaladhat a víz. Ha egy lemet-szett ágnek egyik felét vízbe mártjuk, másik felét pedig a levegőn hagyjuk, még napok múltán sem fog rajta hervadás mutatkozni, annak jeléül, hogy a vízbe mártott levelek annyi vizet vettek fel, amennyi a levegőn levő ág leveleit turgescens állapotban tarthatta a párolgás dacára (287. ábra). A mi szárazföldi növényeink azonban oly kevés vizet vesznek át a levegőből, hogy az a párologtatott mennyiséget legkevésbé sem pótolhatja, ellenben a nagy csapadékkal bíró tropikus vidéken számtalan olyan növény van, mely a talajjal nem is érintkezve, összes vízszükségletét a párás levegőből fedezi. Ezek a *fán lakó* növények (tehernövények; epiphyta). Ilyenek az *Araceák* és az *Orchidaceák*-hoz tartozó epiphyták, amelyek léggyökereik segítségével veszik fel a vizet. Sőt ha esővízzel jutnak érintkezésbe, úgy azt szivacs-ként mohón szívják magukba. Más epiphyta növények gyökerei csak a szilárdítás végett fejlődnek ki és a vízfelvétel munkáját a levelek teljesítik. Például a levélrózsákat fejlesztő *Bromeliaceák*-on. A levelek közrefogta tölcserbe gyűlt vizet vesznek fel azután a gyökérszörszálaktól teljesen elütő szörszálak. Az ily módon felvett víz teljesen pótolja a párolgás folytán beálló veszteséget, holott gyökereik erre nem képesek, minélfogva sok ilyen növény egészen el is veszti gyökereit. Legnevezetesebb ezek közt a *Tillandsia usneoides*, amely tropikus Amerika fáinak koronájában ágaival megfogózkodva, a leveleit borító szőrökkel veszi fel a vizet (288. és 289. ábra.) A mi fáinkon is élnek epiphyta növények, aminők a *zuzmók*, a *mohók*. Ezek azonban a mi aránylag szárazabb éghajlatunk alatt azért maradnak életben a fákon, mert azzal a képességgel bírnak, hogy a kiszáradást túléljék és hogy a nagy szárazság után a hozzájuk jutott vizet gyorsan magukba veszik (290. ábra).

A szárazföldi növények nagy része a szükséges vizet mégis a gyökereivel veszi fel. A felvett víz nagy részétől megszabadulnak a víz elpárologtatása által, melyre több okból szükségük van. Ha az elpárologtatott víz mennyisége nagyobb mint amennyit a gyökerek pótolni képesek, úgy beáll a növény *hervadása*, amely a sejtfalak ozmotikus nyomás okozta feszültségének és ezzel együtt a szövetek merevségének megszűnéséből áll, és ha ez még nem haladt



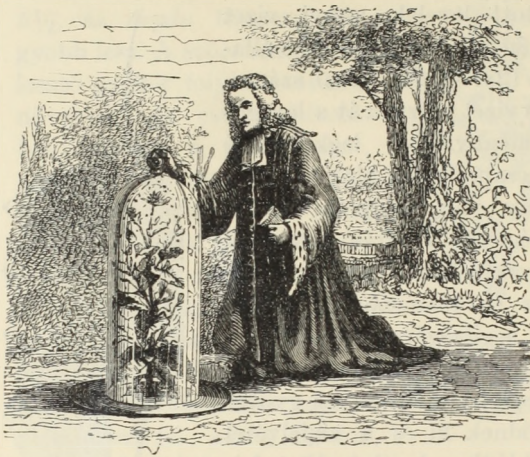
289. ábra. A *Tillandsia usneoides* pikelyes szőre. 375-ször nagyítva. (Schimper.)



290. ábra. *Xanthoria parietina*, fali zuzmó faágdarabon. (Schmeil.)

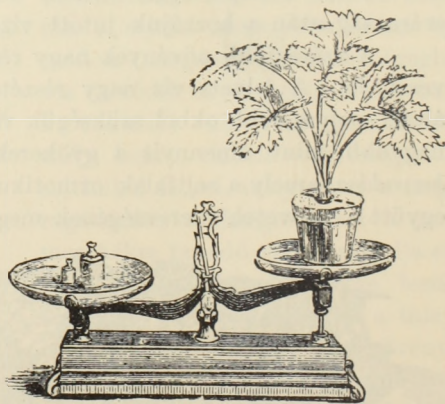
előre a végsőig, úgy az elvesztett víz pótlásával ismét helyreáll a hervadás előtti állapot; például szolgálnak erre a nyári forróságban ellankadt növényeink, amelyek naplemente után ismét felélednek.

Különben a növények párolgásáról kísérletek útján is meggyőződhetünk. A növényből eltávozó vízpáráról meggyőződhetünk, ha egy a növénynél ala-



291. ábra. Muschenbroek a növények párolgását bizonyító kísérlete, amelyben a növényt beborító üveg-harang falának belső felületére a pára lecsapódik. (Baillon.)

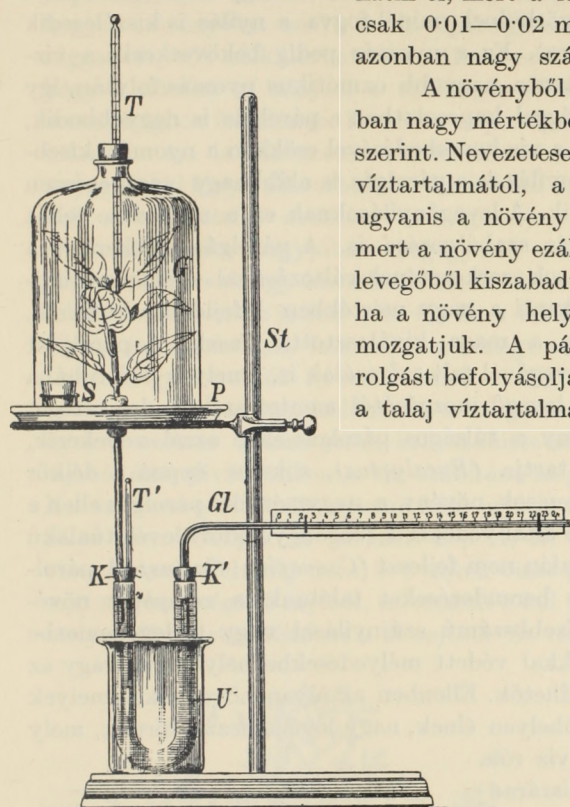
csenyebb hőmérsékű üvegphárral vagy üvegharanggal leborítjuk, amely csakhamar harmatos lesz (291. ábra). Pontosabb és mennyiségileg is bizonyító kísérlet az, amelyben a párologtató növényt *mérlegre* helyezzük és gondoskodunk róla, hogy csak a növényből távozhasson el vízpára (292. ábra). Az elpárolgott víz mennyiségéről meggyőző bennünket a párologásmérővel, a *potometer*-rel végzett kísérlet is (293. ábra). Igen érdekes kísérlet a kobaltkloriddal itatott szűrőpapirossal való kísérlet, amelyben a papirost a párologó növényfelületre, például a levélre fektetve, az kék színét csakhamar veresre változtatja az eltávozó vízpára mennyisége szerint rövidebb vagy hosszabb idő múlva. A víz párolgásának mennyisége elsősorban a növényi test szerkezetétől függ. Ez a szerkezet pedig kétféle párolgást enged meg, a *kutikulárist* és a *stomatariust*. Az előbbi a növényi test epidermisz-sejtjeinek külső, többnyire elkutinosodott falán, a kutikulán át történik és rendszerint nagyon csekély mértékű, hiszen *Boussingault* kísérletében a normális kutikulával bíró *alma* felületének 1 cm^2 -re egy óra alatt 0.005 g vizet veszített, míg a meghántott alma 0.2779 g -t, tehát 55-ször többet. A *stomatarius* párolgás a levegőnyílásokon (stoma) megy végbe. A levegőnyílások (295. ábra) tudvalevőleg a növény testén belül levő levegővel telt sejtközi járatoknak nyílásai, vagyis a szellőztető-rendszer nyílásai, amelyek lehetővé teszik, hogy a növény testének belső sejtjei is közvetlenül az atmoszférával cserélhetik ki gáznemű anyagaikat. Erről könnyen meggyőződhetünk, ha egy növény levelein át levegőt szivatunk keresztül (294. ábra). Ebből önként következik, hogy a növénynek nemcsak külső epidermisz-sejtjei, hanem a sejtközi járatokkal



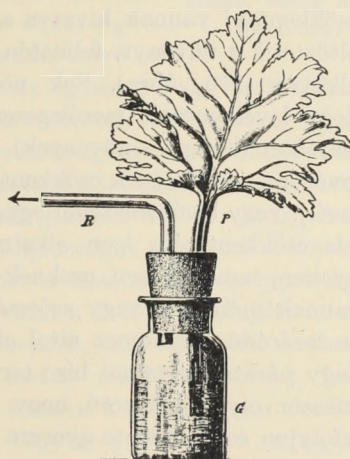
292. ábra. A mérlegre helyezett növény, melynek elpárolgatatott vízmennyiségét a súlyvesztéséből határozzuk meg. A virágcserep párolgása meg van akadályozva. (Constantin.)

érintkező sejtjei is párologtatnak el vizet, amely természetesen a levegőnyílásokon át távozik el. Egy-egy levegőnyíláson ugyan nagyon kevés vízpára távozhatik el, mert a legnagyobb szájnnyílás átmérője is csak 0.01—0.02 mm. A nyílás csekélységét pótolja azonban nagy számuk (220. lap).

A növényből eltávozó vízpára mennyisége azonban nagy mértékben változik a külső körülmények szerint. Nevezetesen a párolgás mértéke függ a levegő víztartalmától, a hőmérséktől, a rázkódtatástól, ugyanis a növény megrázása a párolgást elősegíti, mert a növény ezáltal a felületén meggyűlt páratelt levegőből kiszabadul. Ugyanez az eset áll be akkor, ha a növény helyett a növényt környező levegőt mozgatjuk. A párolgást befolyásolja a talaj víztartalma



293. ábra. Párolgásmérő készülék; a vasállvány *St* gyűrűjén közepén átlukasztott porcellántányér *p* van, amelyre egy hőmérővel *T* ellátott üvegharang *G* borul. Az *U* alakúan meghajtott és vízzel telt üvegcső egyik végébe dugóval egy hőmérő *T'* és egy orgonahajtás van megerősítve, melynek levelei a porcellántányér nyílásába pamutlall elzárva nyúlnak be olyképp, hogy a levelek a harang alá jutnak. Az *U* cső másik végébe parafadugón át *K'*, egy cső *GL* hajlított ága nyúlik be, míg másik ága vízszintes és mm-fokozattal van ellátva. A harang alatti levegő hőmérsékének emelésére kevés forró homokot helyezünk *S* és a tányér fenekét klórkalciummal szórjuk be. A levelek elpárologtatta vízmennyiséget a fokozaton leolvashatjuk. (Detmer.)



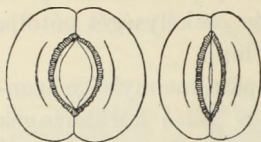
294. ábra. A levegőnyílások átjárhatóságát bizonyító készülék. — A *Primula sinensis* levélnyele *r* a víz alá nyúlik *G*, a víz felett végződő *R* csövön át a levegőt a nyíl irányában kiszívva, a levélnyel metszési felületéből levegőbuborékok fognak kiszabadulni.

(Detmer.)

tebb lesz és nehezebben bocsátja el a vizet. Hasonlóképpen hatnak a telített sóoldatok is, sőt a hígított savak is lassítják a párolgást, ellenben az alkáliák gyorsítják. Minden valószínűség szerint ezeknek hatása van a levegőnyílások

is; a száraz talaj korlátozza a párolgást, mert a párolgás folyamán veszített víz pótlására szükséges víznek felvételét megnehezíti, miáltal a sejtneveléssel

működésére. A levegőnyílások ugyanis képesek bezáródni és a körülményekhez képest ismét megnyílni; ezt a képességet pedig elérik a zárósejtek különböző



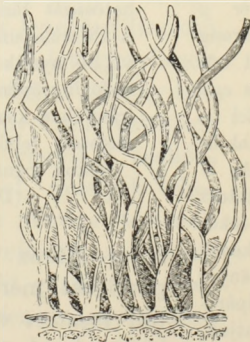
295. ábra. Az *Amaryllis formosissima* nyitott és zárt levegőnyílásának vázlatos képe. (Schwendener.)

görbülései által. A zárósejtek a nagyobb nyomás folytán meggörbülnek, minél fogva a nyílás is kiszélesedik (295. ábra). Ez a nyomás pedig bekövetkezik a vízbőség okozta nagyobb ozmótikus nyomás folytán, így a vízbőséggel kapcsolatban a párolgás is nagyobbodik, ellenben a víz kevesbedésével csökken a nyomás, kisebbedik a nyílás és a párolgás is alábbhagy vagy egészen megszűnik. A levegőnyílásoknak ez a működése tehát a párolgás szabályozása is. A párolgás csökkenhet a szájnnyílások szerkezetének változásával. A száraz éghaj-

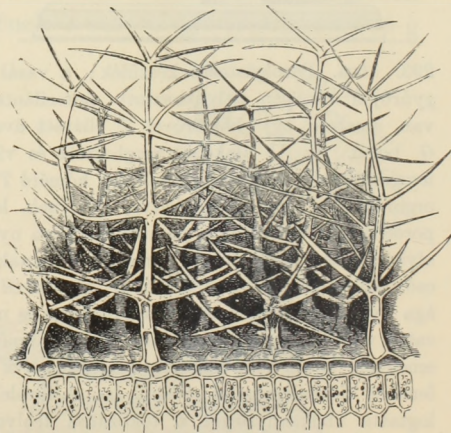
lat növényeinek párolgását csökkenti a nagy mértékben kifejlődött kutikula, melynek hatását gyarapítja még a maga kiválasztotta viasz. A párolgást csökkenteni vannak hivatva a levegővel telt szőrszálak is, amelyek szőrruhába öltöztetik a növényt, felületén a levegő mozgásától mentes szélszélű réteget alkotva (296. ábra). Sok növény a túlságos párolgás ellen azzal védekezik, hogy levéllemezeit merőlegesen tartja (*Eucalyptus*), sokszor éppen a délkör síkjában (kompass-növények). Igen sok növény a nagymértékű párolgás ellen a levéllemez felületének csökkentése által védekezik (begöngyölödött levél, túalakú levél), vagy levéllemezeket egyáltalán nem fejleszt (*Casuarina*, *Cactus*). A párolgás csökkentésére igen alkalmas berendezéseket találunk a *xerophyta* növényeken, amennyiben ezeknek kisebb számú szájnnyílásai vagy a levéllemezbe vannak mélyítve, vagy szőrszálakkal védett mélyedésekbe helyezvők, vagy az összezáródó levéllemez által elfedhetők. Ellenben az olyan növények, amelyek nagy páratartalommal bíró termőhelyen élnek, nagy levéllemezrel bírnak, mely sokszor olyan helyzetű, hogy a víz róla

lefolyjon és a felülete gyorsan kiszárad-

jon; igen sokszor sejtnedvük színes, miáltal a sejtjeik erősebben felmelegednek. Ezeken kívül számos anatómiai berendezéssel is bírnak, amelyek a párolgást elősegíteni hivatvák, így vékony, áthatolható kutikulát, és nagy felületű bőrszövetet, a lemez síkjából ki-



I.

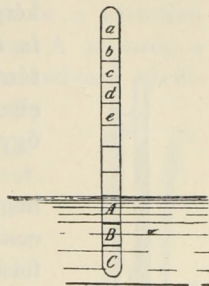


II.

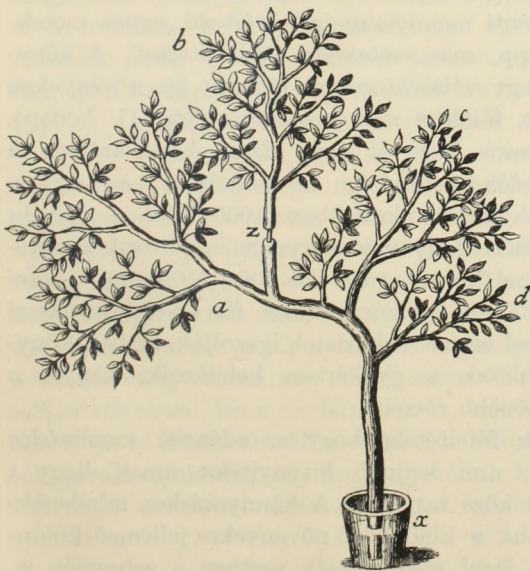
296. ábra. I. A havasi gyopár (*Leontopodium alpinum*). II. a molyhos ökörfarkkóró szőrcsuhájának részlete. Körülbelül 50-szer nagyítva. (Kerner.)

emelkedő szájníylásokat. A párolgás korlátozására és elősegítésére szolgáló különböző berendezések tanúsítják leginkább, hogy a növények párolgási képessége igen sokféle. Már ez a tény maga is arra vall, hogy a növényekre nézve a víz elpárolgása nagy fontossággal bír, sőt nélkülözhetetlen. Csak ezáltal lehetséges, hogy a növény a talajból a szükséges sókat a megfelelő mennyiségben felvehesse. Emellett a párolgásnak van egy másik hatása is. Nevezetesen a levelek a napfényen színyanyagaikkal fényt abszorbeálva, feltétlenül fel is melegsznek. A tapasztalat azonban azt igazolja, hogy a növények hőmérséke nagyjában megegyezik a levegő hőmérsékével, ami csak úgy következhetik be, ha a felmelegedéssel kapcsolatban le is hűl a levél. Ez a lehűlés bekövetkezik éppen a párolgás felhasználta melegvesztéségtől.

A gyökerektől felvett víznek, amíg az elpárologtató szervekhez jut, különösen a magasabbrendű növények testében hosszú úton kell szállíttatnia. Az egysejtű vagy csak néhány sejtől álló növényekben a víz szállítása meglehetősen egyszerűen megy végbe. Nevezetesen a vízpárologtató felső sejtek vízvesztésüket az alsókból ozmótikus úton pótolják. A vázlatos kép *A*, *B*, *C* sejtjei a talajban vannak, tehát vizet vesznek fel, míg az *a*, *b*, *c* sejtek vizet párologtatnak el (297. ábra). Az *a* sejt vízvesztését *b* sejtől, ez viszont *c*-ből pótolja, míg a *c* sejt az *A* sejtől, mely szükségletét részben a *B* sejtől és részben a talajból fedezi, éppen úgy,



297. ábra. A vízszállító oszlop mintája. (Jost.)

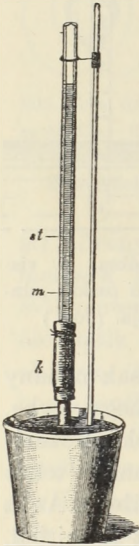


298. ábra. A vízzel telt edénybe *x* állított ág gallyai *a*, *c*, *d* épek, a *b* gally kérge és hánca eltávolított gyűrűalakban *z* és a gally levelei mégsem hervadnak.

(Hales.)

mint a *B* sejt, a talajból és a *C* sejtől, míg ellenben a *C* sejt összes vízszükségletének fedezésében a talajra van utalva. Vagyis a víznek a mozgását a sejtek megzavart ozmótikus egyensúlya hozza létre. A víznek illetén való mozgása, szállítása olyan lassú, hogy csak bizonyos, pl. páratelt levegőben élő egyszerűbb alkotású növények szükségletét elégíti ki, a magasabbrendű növényekben teljesen elégtelen, miért is ezekben a vízszállításra különleges berendezkedést találunk. A vizet ugyanis ezekben az edények szállítják, melyek a gyökér vizet felvevő részéből egészen a levelekbe szétágazva (erek), egységes edényrendszert alkotnak. Ezek mellett a belsejtek, melyek

igen korán elhalnak és más parenchima-sejtek vízszállítása alig jöhet számba. Arról, hogy az edények a vízszállítás szervei, meggyőző bennünket a gyűrűzési kísérlet, melyet már *Hales* (1748) alkalmazott, és amely abban áll, hogy a fa kergét gyűrűalakban eltávolítjuk (298. ábra). A gyűrűzés felett a fa ágai csakúgy fognak vizet párologtatni, mintha mi sem történt volna. Ellenben, ha a gyűrűzést mélyebben alkalmazzuk és elmetszük a fatörzs külső részének még működő edényeit (szijács), úgy a fa hervadása csakhamar be fog következni.



299. ábra.

A virágcserepben nőtt növény lemetszett szárának megmaradó részére kaucsukcsővel üvegcsövet *st* erősítünk, aztán kevés vizet öntünk bele, *m*-ig; a gyökérnyomás folytán, ha a talaj elegendő nedves, a csőben a folyadék emelkedni fog. (Detmer.)

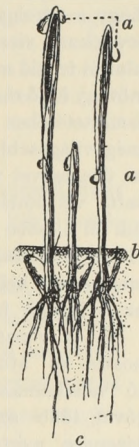
Az edények vízszállításáról meggyőződhetünk olyképpen is, hogy a levágott virágkocsányt vagy leveles ágat festékes (pl. eosin) oldatba állítjuk. Megkísérlették az edényeket elzárni megfelelő anyaggal (kakaóvaj, zselatin), mire a hervadás bekövetkezett. A gyökerekből felvett víz a vékonyfalú parenchimas sejteken át jut be, helyesebben mondva nyomatik be az edényekbe, miről meggyőző bennünket tavasszal a szőlő »könnyezése«. A gyökérsejtjeinek, illetőleg az edényeket környező sejteknek ez a működése meglehetősen erővel megy végbe, úgy hogy ezt a nyomást (gyökérnyomás, könnyezési nyomás) meg is mérhetjük, ha egy levágott szárra egy nyomásmérőt (manométert) alkalmazunk (299. ábra).

A gyökérnyomás folytán a lemetszett szárból származó folyadék nem tiszta víz, hanem különböző organikus és anorganikus anyagokat tart feloldva, és pedig mind olyanokat, amelyek a növény testében különben is megtalálhatók. Ezek közül a cukorvegyületek vannak meg nagyobb mennyiségben. A könnyezés folyadékának naponkénti mennyisége igen változó, egyes esetekben csak néhány csepp, más esetekben több liternyi. A könnyezés időtartama nagy változatosságot mutat; kis növényeken igen rövid ideig tart, fáinkon már hosszabb ideig (1 hónap), más növényeken hosszú időn át tart. Ezzel kapcsolatban a könnyezés adta folyadék mennyisége is különböző: az *Agavén* összesen egy időszakban kerekszámban 1000 liter, a *nyírfán* nyolc nap alatt 36 liter. A nyomás nagysága is változik a növények szerint, a *Ricinusé* 304 mm, a *szőlőé* 900—1100 mm, a *nyíré* 1390 mm, vagyis a *Ricinus* gyökérnyomása fél levegőnyomással ér fel. A manométerrel végzett kísérletek igazolják, hogy a könnyezés nyomása nemcsak a gyökérben keletkezik, hanem a növénynek legkülönbözőbb részein.

A könnyezésnek főfeltétele, hogy az edények szomszédos sejtjei élők legyenek, ami legjobb bizonyítéka annak, hogy a könnyezés a növény életjelenségei közé tartozik. A könnyezéshez mindenkéltől bőven szükséges a víz; továbbá a különböző növényekre jellemző különböző fokú hőmérséklet. Ezekhez járul még némely esetben a sebesülés is, amennyiben a könnyezés egyes esetekben a sebesüléskor jelentkezik. *Dutrochet* óta a könnyezést ozmótikus jelenségnek fogják fel, amely a víznek a parenchima-sejtből az edénybe való egyoldalú nyomásából áll, amely lehetővé válik

a parenchimás sejtnak az élet tevékenysége által fenntartott különböző koncentrációjánál fogva. De létrejöhet a protoplazmának egyoldalú áthatolhatóságánál fogva is. Különben a könnyezés minden esetben káros a növényre, mert anyagvesztéssel jár. Az edényekbe víz nyomatik azonban be a sértetlen növényben is, jóllehet ezt többnyire nem állapíthatjuk meg. A jelenség a fákon ritkaságszámba megy, ellenben a légyszárú növényeken kedvező körülmények közt gyakori jelenség, amidőn is a nagy nyomás folytán a víz cseppek alakjában jelenik meg a növény bizonyos helyén, pl. a levél hegyén, vagy a levél karélyainak hegyén, pl. a *fűvek*, *Fuchsia*, *Tropaeolum*, *Colocasia* stb. levelein, mely csepp hasonlít a harmatcsepphez (300. ábra). A víznek ilyen helyeken való megjelenése különös szerveknek, a *hydathodáknak* köszönhető (221. lap). A vízkiválasztás feladata, minden valószínűség szerint az, hogy hivatva van pótolni a párolgást, amidőn ez külső körülményeknél fogva gátolva van vagy nem eléggé megfelelő.

Az edényekbe jutott víz azután felszállítatik egészen a magas fában is a csúsig. Eme szállítás okának keresésében meg kell itélnünk a szállítás különböző körülményeit. A szállítás iránya tudvalevőleg a gyökértől halad a levelek felé, de a szállítás fordított irányban is lehetséges, amit kísérlettel is könnyen lehet igazolni (287. ábra). A szállított víz mennyiségéről felvilágosítást ad a párolgás, mert kétségtelen, hogy az elpárologtatott víznek szállítatnia kell; ennek a mennyiségnek a meghatározása mégis nem könnyű, mert egyrészt a növény sok vizet raktároz el a testében, amelynek mennyisége egyénenkint is változik, másrészt pedig éppen a raktáron tartott víz elpárolgási viszonyai meg nem határozhatók. Éppen ebből az okból a szállítás sebességének a szállító szerv átmetszetéből és a szállított mennyiségből való meghatározásáról eleve le kell mondanunk. A sebességet azonban kísérletileg mégis meghatározhatjuk *Sachs* módszerével, amennyiben salétromsavas lithium oldatát vétetjük fel a növényvel, amely épp oly gyorsasággal szállítódik mint a víz, és amelynek legkisebb részét is színképelemzéssel ki lehet mutatni. Ily módon határozta meg *Sachs*, hogy középértékben óránként a dohányban 118 cm, a tökbén 63 cm-nyi gyorsasággal halad a víz. A víz különben tekintélyes magasságra emeltetik, különösen a növényvilág óriásai név alatt ismert fában, mint az *Eucalyptus amygdalinában* 150 m-re. De a mi fáinkban is, mint pl. a *jegenyefenyőben* 50, a *lúcfenyőben* 40 m-re emeltetik. Mindezekből a tényekből azonban a víz szállítását nem magyarázhatjuk meg, úgy hogy egyelőre le kell mondanunk arról, mert az eddig ismeretes elméletek nem számoltak egyszersmind a szállított víz mennyiségével is.



300. ábra. Az üvegharang alatt tartott fiatal búza-növény c gyökérrel, b a kicsírázott mag, a a levelek kiválasztotta vízcsepp. (Belzung.)

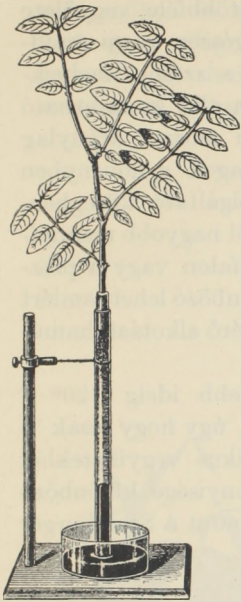
Ehelyett azonban rámutatok még egyes olyan tényekre és erőkre, amelyek a vízszállításban tényezőként szerepelnek. A könnyezésnyomást majd általában gyökérnyomásnak nevezik, abban a feltevésben, hogy a vizet magasra emelő nyomási erő a gyökérben székel. Kérdés azonban, vajjon ez az erő elégséges-e arra, hogy a vizet a kellő magasságra emelje, különösen a magas fák

csúcsába. *Wieler* kísérletei igazolják, hogy pl. a *nyírben* a nyomás a higanyt a manométerben 139 cm-nyire emelte, ami közel két atmoszféra nyomásnak felel meg. Az ilyen nyomás a vizet 20 m-nyire emelheti, amely magasság azonban még mindig mögötte marad az előbb említett faóriásoknak. Ez a nagy és hozzá hasonló nagyságú nyomás csak kedvező viszonyok közt állapítható meg. Nevezetesen a legnagyobb mértékű párolgás idején, tehát nyár derekán, a levágott fa tuskója nem ad vizet ki magából, sőt ellenkezőleg, mohón szívja magába a vizet. Sőt a lombos élőfa törzsének oldalába mélyesztett manométer is általában negatív nyomást mutat, vagyis a fatörzs belsejében uralkodó nyomás kisebb mint a levegő nyomása. Ebből már most arra kell következtetnünk, hogy a párolgás folyamata alatt a könnyezés nyomása nincs meg vagy felette csekély és így a leveleknek vízzel való ellátására nem képes. A víz azonban mégis eljut a levelekbe, miért is az alulról felfelé működő nyomás hiányában keresnünk kell, vajjon nincs-e olyan nyomás, amely a növény felső részében székelve a vizet felszívja? Ilyen szívóerőre mutattam rá a párolgás mértékének ismertetésében és ilyent bizonyítottam be a potetométerben is (293. ábra). A szívóerő különben még világosabban tűnik ki, ha a párologtató hajtást egy üvegcsőbe erősítjük levegőmentesen, az üvegcsövet vízzel töltjük meg és alsó végével kénescsőbe mártva, felállítjuk. A levelek elpárologtatta víz pótlására a hajtás alsó vége vizet vesz magába, amelynek pótlására a kénescső emelkedik fel a csőbe (301. ábra). A jelenség elsősorban fizikai folyamat; de ez a párolgással járó szívás elérte magasság sem fogja megközelíteni azt a magasságot, amelyre a víznek a magas fákban emelkednie kell. A vízemelkedés gyorsaságát is csökkenti még az a dörzsölési ellenállás, melyet az edénynek fala gyakorol.

A vízszállítás szempontjából az edények (tracheák) és edényalakú faszövetek (tracheidák) hossza és átmérője nem jelentékeny. A párolgásvesztette víz szállítására a tracheák jó valalkalmasabbak mint a tracheidák. A víznek az oldalirányban való szállítása közben jóval több sejtfalon kell áthaladnia mint az edényekben, már pedig a falak a szállítást bizonyos mértékig megnehezítik. Az edények fala bizonyos sajátos szkulpturával bír, mely a falnak különböző megvastagodása folytán jön létre és melynél fogva vékonyabb és vastagabb részletek váltakoznak egymással (l. 214. lap). Az utóbbiak az előbbieneknél nehezebben fogják a vizet áteresztetni. Mennél kevesebb sejtfalon kell a víznek áthaladni, annál gyorsabban fog a víz haladni. Az oldalirányban való szállítást mindenesetre megkönnyíti, hogy az edények, illetőleg tracheidák falai nagyobb terjedelemben maradnak vékonyak. *Böhm* mutatta ki, hogy az edényekben mindig víz van, különösen pedig fiatal korban és a tavasz kezdetén teljesen vízzel telvék. Későbbben a gyökéren át a vízben oldva, vagy a növény magasabban elhelyezett részeiben az edények falain át levegő jut be az edényben levő vízbe, melyből az esetben szabadul ki, ha a párolgáskor valamely szomszédos sejt az edényből több vizet von el, mint amennyi pótolható volna, minek folytán vacuum keletkezik, melyet a vízben oldott levegő kiválása után elfoglal. Az ily módon keletkezett levegőbuborék nyomása egy atmoszféra-nyomásnál kisebb. Minthogy ez már most több ízben is megtörténik, ennél fogva az edények vízzel és levegővel telvék, melynek a külső levegő nyomásával szemben negatív nyomása van, mit *Höhn* azzal bizonyított be, hogy élénken párolgó növények ágát kénescső alatt vágta el, amikor is a kénescső a levegő nyomása az edények üregébe nyomta. Az edényekben levő levegő nyomása legkisebb erős párolgáskor, mert az edények levegőjének ritkasága ekkor a legnagyobb. Ha azonban elegendő víz jut be a növénybe és az edények ismét vízzel telnek meg, akkor a nyomás ismét emelkedik, ha pedig hosszabb ideig nincs elegendő víz jelen, akkor az edényekbe a falakon át levegő hatol be, miáltal a belső nyomás a külsővel egyenlővé válik, minek azután az a következménye, hogy az edények többé nem telhetnek meg teljesen vízzel, sőt ha a levegő mennyisége az edényekben jelentékenyülé válik, a fa vízszállító képessége egészen megszűnik.

A mindennapi életben ezzel a jelenséggel igen gyakran találkozunk, anélkül hogy jelentőségére ügyet vetnénk. Ha egy párolgó növényből minden elővigyázat nélkül egy ágat levágunk és vízbe állítjuk, úgy csakhamar hervadni fog, mert levágáskor a megnyitott edényekbe levegő nyomult be és a víz további behatolását a fentebb tárgyalt körülménynél fogva megakasztotta. Ha ellenben a növény ágát víz alatt vágjuk el (302. ábra), akkor a külső levegő nyomása vizet nyom be a megnyitott edényekbe és ha az ág alsó részét metszés után továbbra is megszakítás nélkül a víz alatt tartjuk, sőt kisebb részletek lemetszésével is az edények nyitvatartásáról gondoskodunk, úgy egyhamar nem fog hervadni.

Az a körülmény, hogy az edényekben levegő is van, a vízzállítás magyarázatát még nehezebb teszi. Pontos vizsgálatok megállapították, hogy a levegőbuborékok és a vízcseppek egymással váltakozva jelennek meg, a fizikusoktól jól ismert Jamin-féle láncot alkotva. Minden valószínűség szerint az egész lánc is képes előrehaladni, de azért kétségtelen, hogy a víz a levegőbuborékok és az edényfal között is képes előrehaladni. A tapasztalás igazolja, hogy a víz képes ugyan elég tekintélyes magasságra emelkedni ilyen úton, de nem olyan mennyiségben, amely a párolgás szükségletét kielégíthetné. És hogy a víz mégis feljut a kellő mennyiségben a legnagyobb magasságba, azt bizonyítja, hogy a vízzállításhoz szükséges erőt a párolgás szolgáltatja, akár összefüggésben a levelek szívásával, akár más, a párolgással összefüggő folyamatok útján. Kétségtelen azonban, hogy a tisztán fizikai erők mellett az élősejtek is közrehatnak a víz szállításában.



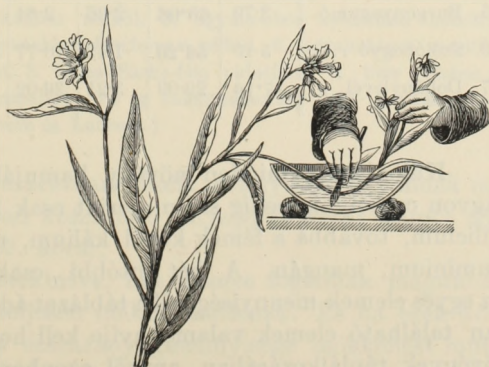
301. ábra. A párolgás szívó erejét bizonyító készülék. Az aljával kénésőbe mártott cső felső végébe erősített hajtás párolgása folytán a kénéső a csőben fel-emelkedik. (Detmer.)

Mindent összevéve kétségtelen, hogy a vízzállítás megvan a növényben, kétségtelen, hogy a könnyezés nyomásával és a párolgással összefügg, kétségtelen, hogy benne a fizikai tényezők is szereppel bírnak, mégis tekintve azt a magasságot, melyre a víznek szállíttatni kell és tekintve a szállított víz mennyiségét, arra az eredményre jutunk, hogy a vízzállítás teljes magyarázatát még ma nem vagyunk képesek megadni, ha egyes tényezőit, körülményeit sikerült is kideríteni.

A gyökerek felvette és az edénynyalábok szállította víz kétségen kívül nem vegyileg tiszta víz, hanem tartalmaz különféle, különösen a talajban levő vegyületeket feloldva, amelyek azután, hogy a növény testébe jutottak, bizonyára a víz elpárolgása után a növény testében maradnak. Ezek a vegyületek, a növényi test elégetésekor mint hamu maradnak meg. Erről győző meg a mindennapi élet, hiszen a fával való fűtéskor, vagy a szivar elégetésekor tekintélyes mennyiségű hamu marad

meg, holott az organikus vegyületek elégetéskor gázalakban távoznak el. Magától érthető, hogy ezek az úgynevezett *hamualkotórészek* csakis oldott állapotban juthatnak be a gyökér hajszálképleteibe, és csakis ily alakban szállíttathatnak. A vízben való oldatnak azonban a hajszálképlet sejtfalán kell áthatolnia, vagyis ozmózis útján jutnak a sejtbe, illetőleg a növényekbe, ennél fogva a hamu minőségét és mennyiségét is az ozmózis törvényei szabják meg.

A hamualkotórészek *minősége* elsősorban a protoplazma áthatolhatóságától függ, jóllehet még nem



302. ábra. A növények ágainak víz alatt való elmetszése. (Oels.)

ismerjük teljesen a protoplazma ebbeli sajátosságait. Annyi azonban bizonyos, hogy a hamuban egyáltalán nem találjuk meg mindazokat az anyagokat, amelyek a talajban vagy a vízben megvannak. Például az *aluminium* a természetben nagy mennyiségben mindenütt el van terjedve és többféle vegyülete vízben oldható is, mégis a legtöbb növényben hiányzik egészen vagy majdnem egészen, és csak nagyon kevés azoknak a növényeknek a száma, melyekben feltalálható (pl. *Lycopodium*). Viszont a tenger vizében alig kimutatható mennyiségben van meg a jód, bróm, mégis némely tengeri moszat aránylag nagy mennyiségben veszi fel (*Fucus*). Általában az anyagok a növényben egészen más arányban vannak meg mint a táplálékot szolgáltató közegben, amit számos elemzés igazol. Kétségen kívül valamely anyagból nagyobb mennyiség csak úgy lehet a növényben, ha az átszívárogyva a sejtfalon vagy a plazmán, megfelelő módon raktározódik. A raktározás módja különböző lehet, amiért azután az ugyanazon helyen tenyésző növények is egészen eltérő alkotású hamúval bírhatnak.

A növények hosszabb időn át levegőn vagy rövidebb ideig 120° C hőmérsékleten szárítva, jóformán minden vizüket elvesztik, úgy hogy csak a víztelen, száraz anyag marad meg, amely az eléghető organikus vegyületekből és a hamualkotórészekből áll. Ennek a két résznek a mennyisége különböző lehet, de a tiszta hamu elég tekintélyes százalékot tehet ki, mint a Strasburger közölte következő táblázatból kitűnik.

A növényrész	A száraz anyag hamu- százaléka	100 rész hamuban van:								
		K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	SO ₃	SiO ₂	Cl.
1. Rozsszemek....	2.09	32.10	1.47	2.94	11.22	1.24	47.74	1.28	1.37	0.48
2. Rozsszalma	4.46	22.56	1.74	8.20	3.10	1.91	6.53	4.25	49.27	2.18
3. Borsómag.....	2.73	43.10	0.98	4.81	7.99	0.83	35.90	3.42	0.91	1.59
4. Borsó, száraz leveles szár.....	5.13	22.90	4.07	36.82	8.04	1.72	8.05	6.26	6.83	5.64
5. Burgonyagumó	3.79	60.06	2.96	2.64	4.93	1.10	16.86	6.52	2.04	3.46
6. Szőlőbogyó	5.19	56.20	1.42	10.77	4.21	0.37	15.58	5.62	2.75	1.52
7. Dohánylevél ..	17.16	29.09	3.21	36.02	7.36	1.95	14.66	6.07	5.77	6.71

Különbözik minden növény hamujában fellelhető egyes elemek száma nagyon csekély és pedig szám szerint csak 11, nevezetesen: klór, kén, foszfor, szilícium, továbbá a fémek közül kálium, nátrium, kalcium, magnézium, vas, aluminium, mangán. A két utóbbi csak nyomokban szokott előfordulni. Az egyes elemek mennyiségéről a táblázat ad felvilágosítást. A növények hamujában található elemek valamennyije kell hogy bizonyos jelentőséggel bírjon a növények táplálkozásában, amiről azonban az elemzés nem győz meg, hanem csakis tenyésztési kísérletek, amelyeket a következő módon lehet végezni.

A kísérletre szükséges magvakat puhafa átnedvesített fűrészporába vetjük el, amelyben a gyökér jól kifejlődik, amikor is azután megfelelő tenyésztő-edényekbe helyezzük el a csirázó magvakat, hogy a fejlődő szár és a levelek a levegőben és a világosságon terjeszkedjenek el, a gyökér pedig az edényben levő és a világosságtól elzárt tápláló oldatban növekedhessen. A tápláló folyadék áll desztillált vízben oldott vegyületekből, amelyeknek mennyisége azonban a vízhez képest nagyon csekély ($1-2\text{ ‰}$) úgy, hogy a vegyületek



303. ábra. A kukorica vizes oldatokban való tenyésztésének eredménye: 1. desztillált vízben, 2. Sachs-féle táplálék-oldatban kálium nélkül, 3. ugyanebben kalciumsó nélkül, 4. ugyanebben nitrogén nélkül, 5. ugyanebben foszforsav nélkül. 6. ugyanebben magnézium nélkül, 7. ugyanebben vas nélkül, 8. teljes Sachs-féle oldatban; 1 liter vízben: 1 g káliumnitrát, 0.5 g magnéziumsulfát, 0.5 g kalciumfoszfát, 0.03 g vassulfát. (Errera és Laurent.)

1000 g vízben a mellékelt képmagyarázatban jelzett mennyiségben vannak meg. Az oldat különben sokféle arányban készíthető; *Knopp* és *Sachs* számos ilyen oldat összetételét tették közzé (303. ábra).

Az oldatok, a nitrogéntől eltekintve, hat elemet foglalnak magukban: a K, Ca, Mg, S, P, Fe, amelyek teljesen nélkülözhetlenek. És ha ezek közül csak egy is hiányzik, úgy a növény szárazanyagmennyisége csökkenést mutat. Sokféle oldattal végzett számos kísérlet bizonyosága szerint az oldatnak nagyon kevésbé savanyún kell reagálni, kivéve a vízi növényeket, amelyek alkalikus

oldatban jobban tenyésznek. A vízbeli tenyésztésre elsősorban egyéves növények alkalmasak (*fűvek, keresztesek, pohánka*), de némely fa, pl. *tölgy, éger* tenyészése is sikerrel jár. Sok növény vízbeli tenyészése azért nem jár sikerrel, mert gyökerekük nem képes alkalmazkodni a vízben való tenyészéshez.

A nélkülözhetlen elem mindegyikéből szükségel a növény bizonyos mennyiséget. És ha ezek közül csak egynek mennyisége alul marad a szükséges mértéken, úgy a többiek nagyobb mennyisége dacára sem fog tovább fejlődni. A minimális mennyisége valamely táplálóanyagnak a növény fejlődésének mértékét szabja meg. Ez a minimum törvénye!

A felsorolt hat elem nélkülözhetlenségéről igen keveset tudunk még most. A kénről és a foszforról tudjuk, hogy a fehérjevegyületek alakításában vesz részt, éppen úgy mint a C, N, O, H. Mindkettőt mint kénsavat vagy foszforsavat valamely só alakjában használhatja fel a növény. A kénsav és foszforsav a növénybe jutva, csakhamar eltűnik a növény vegyületei sorában és csak kivételesen mutatható ki némely növényrészben. A kálium teljesen nélkülözhetetlen, amelyet bizonyos fokig csak a Na pótolhat. A kálium a növények szerveinek fejlesztésében nélkülözhetetlen, ezeknek nagysága jórészt a kálium mennyiségétől függ. Valószínű, hogy a kálium a protoplazmában levő legfontosabb vegyületeknek, tehát a fehérjetesteknek alakításában vesz részt. A magnézium hasonló szereppel bír mint a kálium, minden valószínűség szerint a fehérje alakításában vesz részt, sőt valószínűleg a klorofillban is megvan. A kalcium egészen másként viselkedik. A moszatokra és gombákra nézve szükségtelen és így aligha fontos alkotórésze a protoplazmának, amit az is bizonyít, hogy a protoplazma alakulása helyén hiányzik, ellenben nagyobb mennyiségben van meg idősebb szervekben, főleg a levelekben. Sokan a kalcium szerepét a sejtekben végbemenő átalakulásoknál keletkező sósavas neutralizálásában keresik. A vasat megtalálni úgy a klorofillos mint a klorofilatlan növényekben. Úgy látszik, hogy a vas, éppen úgy mint a kálium és a magnézium, a protoplazma felépítésében nélkülözhetlen; a magasabbrendű növényekben való hiányát bizonyítja, mint másodlagos zavar, a klorózis, mely abban áll, hogy a fiatal szervek halványsárgák vagy fehérek és csakhamar elhalnak. A klorofill színanyagának vastartalmát újabban tagadják (303. ábra 7.)

A nitrogén nem tartozik a hamualkatrészek közé, de rá kell mutatnom e helyen is, mint amely nélkül a többi elemek, illetőleg sóik nem igen gyarapítják a növény száraz anyagának súlyát. A nitrogén különben is mint salétomsavas só a vízzel vétetik fel a talajból a többi hamualkatrészekkel együtt. És ezért már ezen a helyen mutathatunk rá, hogy a N, éppúgy mint a S, P, K, Ca, Mg és Fe, minden virágos zöld növényre nézve nélkülözhetlen.

A szükséges és nélkülözhetlen hamualkatrészekon kívül a növény magába vesz még számos nélkülözhetőt is. A nélkülözhető alkatrészek közt találjuk a klórt, az alumíniumot, a nátriumot, a szilíciumot, a mangánt és a cinket, sőt ezeken kívül a növényben feltalálhatók mindazok az elemek, amelyek a talajban oldva fordulnak elő. Sok olyan anyagot vesz fel a növény nagy mennyiségben, amelyekről bebizonyult, hogy valóban nélkülözhetők. Ilyen pl. a nátrium, amely a nélkülözhetlen vasnál jóval nagyobb mennyiségben jelenik meg. Ilyen még a szilícium is, amely a *Diatomák, surlók és fűvek* testében mint kovasav nagyobb mennyiségben van meg. A kovasav azonban, ha a növény anyagcseréjében nélkülözhető is, biológiai tekintetben a növénynek nagy hasznára van. A nélkülözhetőek között vannak olyanok is, amelyek látszólag a növény testében ingerként hatnak. Ezek az úgymondott *ingeranyagok*, mint aminő a mangán, a cink, a réz, amelyekből kis mennyiség az anyagcserét gyorsítja, fokozza, de valamivel nagyobb mennyiség már méregként hat. Az anyagcsere fokozásával a vegetatív növekedés gyorsulása is karöltve jár, miért is, ha a táplálóanyagok közül csak egy is hiányzik, úgy a növény fejlődése megszűnik, ellenben ha az ingeranyag hiányzik, úgy csak a növekedése lassodik, de egyébként a fejlődés rendes. A rézszulfátot a szőlő, és a burgonya permetezésére használják; a permetezett növények nemcsak a gombák támadásától óvatnak meg, de élénkebben tenyésznek, zöldebbek is mint a nem permetezett, minden valószínűség szerint a rézinger hatása folytán.

Az említett táplálóanyagok mind a talajból származnak, miért is a *talaj*, víztartalmától eltekintve, nagy befolyással van a növény fejlődésére. A talajban azonban a táplálóanyagok különböző minőségben és mennyiségben vannak meg. Ez a változatosság pedig függ a talaj származásától, keletkezésétől, amennyiben a különböző összealkotású eruptív kőzetek elmállásából származó málladéktalajok különböző mennyiségben tartják kovásvához kötve a táplálóanyagokat. A málladéktalajok kimosásából keletkező üledékes talajok is tartalmazták, bár többnyire már más alakban, a táplálóanyagokat, de már lazább szerkezetüknél fogva lehetővé teszik a gyökereknek behatolását és víztartalmuknál fogva a táplálóanyagok feloldását, úgy hogy a talaj vize tulajdonképpen a talajbeli táplálóanyagoknak oldata, amely százszorta kisebb mennyiségben tartalmazza a hamualkatrészeket mint a mesterséges vízkultúra oldata. Ilyen talajokon csakis a lassú növekedéssel bíró csekély igényű zuzmók telepednek meg. Ezeket követik a mohok, majd a virágos növények és a talaj ezeknek munkája folytán lassankint termőtalajjá válik, mert bár a talajból táplálkoznak, mégis a testükből kiváló szénsav, továbbá elhalt részeik által a talaj mállását elősegítik.

Még inkább a talajhoz köti a táplálóanyagokat a talajnak az a sajátosága, amellyel némely anyagot vizes oldataikból magához köt: ez a *talaj-abszorpció* jelensége. Ha egy földrétegen valamely festett vizet vagy valamely tápláló oldatot átszűrünk, úgy csakhamar meggyőződhetünk arról, hogy előbbi esetben a föld a festéket, utóbbi esetben a K, Ca, Mg, foszforsavat és ammoniát tartotta vissza, a többi vegyületet a föld nem abszorbeálta. Ez a jelenség rendkívüli fontossággal bír a növények táplálkozására, mert az agyagos, meszes vagy televényes talajban a táplálék lassankint igen finoman eloszlott állapotban halmozódik fel.

A növény tehát igen híg oldatot talál, mint táplálékot, a talajban, de nemcsak ezekre van utalva, hanem képes még a talaj szilárd részecskéit is kihasználni. A magasabb rendű, gyökérrel bíró növényeken kevés az olyan nagy mértékű berendezkedés, mint a tápláló sók felvételéhez való alkalmazkodás.

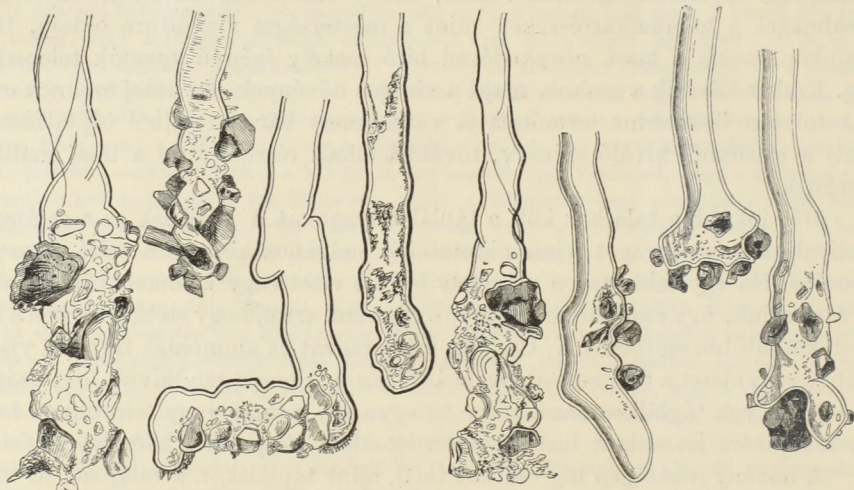
Ezek közé tartozik elsősorban a gyökér hajszálképleteinek a talajrészecskékkel való összenövése, minek folytán a hajszálképletek is szabálytalan növekedésűek és eltorzulnak, amennyiben elnyálkásodó falokkal a talajrészecskékhez erősen hozzátapadnak. Ez az összetapadás, illetőleg a talajrészecskékkel való ránövés oly szilárd, hogy a talajból kihúzott növény gyökere a rátapadó talajrészecskéktől van beborítva, kivéve a fehérszínű gyökércsúcsot, melyen még nem fejlődtek hajszálképletek és az idősebb gyökereket, amelyek már elvesztették a hajszálképleteket (73. ábra). Ezeknek a talajrészecskékkel való szoros egybekapcsolása lehetővé teszi, hogy a gyökér magába vegye az oldódó anyagokat, az oldást pedig lehetővé teszi a gyökér kiválasztotta anyagok (252. és 304. ábra).

A táplálék felvételére alkalmas berendezésnek tekinthetjük másodsor, hogy a növény növekedő gyökerei folyvást újabb szőrszálakat fejlesztenek, amelyek csakhamar elhalnak, minek az az előnye, hogy a gyökér folyvást újabb és újabb talajrészeket használhat ki.

Ismerve a táplálék felvételét a talajból, kétségtelennek kell tartanunk, hogy a talajban levő anyagok nem fogják valamennyi növény igényét kielégíteni. Aminek az lesz a következménye, hogy a különböző összetételű talajokon különböző növények fognak megtelepedni, amire különben a talajon kívül még az éghajlatnak is van befolyása. A talaj jellemző összetétele bizonyos határozott, jellemző növényzetnek ad helyet, így pl. ismerünk sós növényeket (halophyta), amelyek alkalisókat pl. nátriumsókat tartalmazó talajon élnek (*Salicornia herbacea*), vagy mészkedvelő növényeket, amelyekkel szemben állanak a meszet kerülők, pl. *Sphagnum* (tőzegmoh, III. tábla),

Castanea vesca. Azonban a megfelelő anyagok fogytával a régi növények eltűnnek és újak telepednek meg. A talaj anyagai pedig fogynak, mert az évről évre termő növények hamualkatrészei nem térnek vissza mindig a talajba, úgy hogy az ilyen talaj lassankint kimerül. Ez a jelenség van meg a mezőgazdaságban, ahol, hogy a talaj anyagainak kihasználhassák, a váltógazdaságot alkalmazzzák, végül pedig a fogytán levő táplálóanyagok pótlására a talajt megtrágyázzák. És pedig a szükségletnek megfelelőleg istállótrágyával vagy pedig »műtrágyával«.

A vízkultúra tápláló oldatában a növények kellő módon tenyésznek és szemmel láthatólag gyarapodnak. Közelebbi vizsgálatkor azonban kitűnik, hogy a növény száraz anyagának jelentékeny, jóformán a fele mennyisége nem a tápláló oldatban található sókból, de szénből áll. Ennek a magyarázata pedig az, hogy a szén a növény testét alkotó majdnem valamennyi vegyületnek alkotórésze.

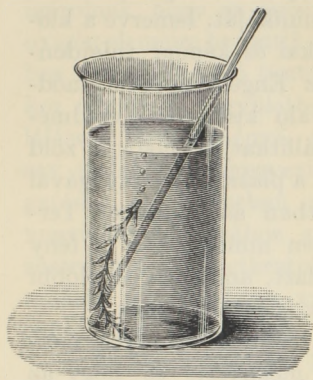


304. ábra. A gyökér hajszálképleteinek a talaj részecskéivel való összenövése.

A növény testébe ez a szén a tápláló oldatból nem kerülhetett, mert hiszen az oldat szénét nem tartalmazott, amiért is kétségtelen, hogy a szén a növény testébe más forrásból kerülhetett. Ebben a tekintetben a növények különbözőképp viselkednek: a növények jelentékenyebb csoportja a szénét mint táplálékot anorganikus vegyületek alakjában használja fel, vagyis átviszi organikus vegyületeibe, illetőleg asszimilálja (áthasonítja); a növények másik, kisebb csoportja ellenben már organikus vegyületekben levő szénből veszi át. Az előbbiek összes táplálékukat anorganikus vegyületekből fedezik és így táplálkozásukban más szervezetektől függetlenek, miért is tudományosan *autotrophoknak* (önállóan táplálkozóknak) neveztetnek az utóbbiakkal szemben, amelyek csak az autotroph növények készítette organikus vegyületekből képesek táplálkozni, amiért is *heterotrophoknak* (mások útján táplálkozóknak) neveztetnek.

Az autotroph növények fontossága éppen abban rejlik, hogy az élő szervezetek organikus vegyületei elsősorban nekik köszönhetik alakulásukat. Az autotroph növények a szénét csak a szénsavból helyesebben széndioxidból vehetik, amelyet kis mennyiségben a levegőben, de a legtöbbször vízben is megtalálni. Kísérlet útján megállapították, hogy a szárazföldi növények a levegő

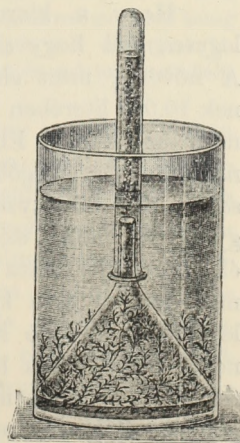
szénsava nélkül nem tenyésznek, az esetleg a talajból felvett szén-sav pedig nem elégíti ki szükségletüket. A vízben alámerült növények ellenben összes szén-sav-



305. ábra. Az Elodea hegyével lefelé vízbe állított szárá, amelynek metszési felületéből a fény hatása folytán oxigénbuborékok távoznak el. (Oels.)

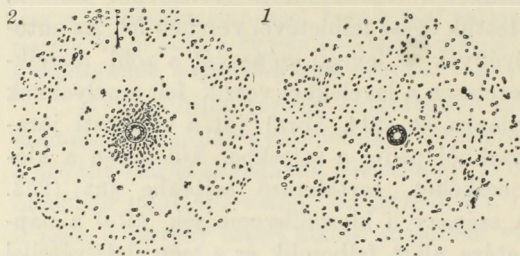
ból gázbuborékok szabadulnak ki, amelyeket alkalmas módon felfoghatunk (305., 306. ábra). A gáz sok oxigént tartalmaz, amit a vele érintkező parázs faszál fellobbanása sejtet már. Pontos kísérlettel igazolni lehet azt is, különösen szárazföldi növényeken, hogy a növényből épp olyan térfogatú oxigén távozik el, mint amily térfogatú szén-savat, helyesebben széndioxidot vett fel a növény. Ha a vízben semmi szén-sav sincs feloldva, úgy a gázbuborékok kiválása elmarad. A gázbuborékok különböző nagyságban és gyorsasággal szabadulnak ki, előbbi ugyan főleg a metszésfelület nagyságától függ, utóbbi azonban az asszimilálás mértéke. A szén-sav asszimilálását igazoló számos módszer ismeretes, de egyike a legérzékenyebbeknek az Engelmann W. módszere, mely azon alapszik, hogy némely baktériumot az oxigén, ha csak nyomokban is van jelen, mozgásra készítet. Ha pl. a *Bacterium Termo* tiszta kultúrájából egy csipetnyit vízbe helyezünk a tárgylemezre olyképpen, hogy még néhány moszat is legyen a vízben és az egészet lefedjük fedőüveggel, úgy sötétben valamennyi baktérium nyugszik, mihelyt azonban a készítményt megvilágítjuk, a moszat asszimilálni fog és oxigén fog belőle szabadulni, minek folytán a baktériumok az oxigénforrás, illetőleg a moszat köré gyűlnek (307. ábra).

Ezek a módszerek is elegendőképpen bizonyítják azt, hogy a zöld növények fényben szén-savat asszimilálnak olyképpen, hogy a szén-sav elbontásával az oxigént szabaddá



306. ábra. A víz alatt tölcsérral leborított vízi növények, amelyekből az asszimilálás folytán eltávozó oxigént a kémlecsőben fogjuk fel. (Linsbauer.)

téve, a levegőbe visszabocsátják. A zöld növények ezt a tulajdonságukat a kloroplastnak, vagyis a klorofillszemecskének köszönhetik, amely csak zöld

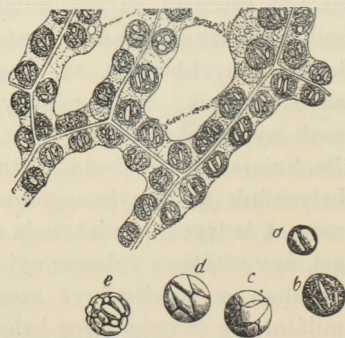


307. ábra. Az Engelmann-féle kísérlet, 1. sötétben, 2. megvilágítva. Középen a zöld moszat, körülötte a baktériumok.

és ép állapotban végzi az asszimilálás munkáját. Ismerve a klorofill fizikai és kémiai tulajdonságát, az Engelmann-féle módszerrel való kísérletezés eredményeként állíthatjuk, hogy a zöld szín csak a plazma alapanyagával kapcsolatban asszimilálhat. Természetesen mindig csak a fény hatása alatt, amit már az előbbi kísérletek is bizonyítanak.

A fénynek bizonyos mértéke szükséges ahhoz, hogy a kloroplast zöld színét megnyerje és hogy az asszimilálás megtörténjék; ez az oka annak, hogy gyenge fényben, pl. a szobánkban kevés növény képes megélni, viszont a fény erősödésével az asszimilálás mértéke is emelkedik, de nem korlátlanul. A kutatás sokat foglalkozott azzal a kérdéssel, vajon a napfény sugarai közül melyiknek a munkája szerepel az asszimilálásban. Tudvalevőleg a napfény különböző törésű, különböző hullámhosszúságú sugarakból áll, amelyek különböző színűek is. Ennek megállapítása végett különböző színű üvegek vagy különböző színű folyadékok, végül pedig a napfény spektrumával végeztek kísérleteket, amelyeknek eredménye, hogy az asszimilálás a vörös vagy sárga sugarak hatása alatt megy végbe.

Hogy a klorofillszemecske, továbbá a napfény munkája eredményes legyen, kell hogy az asszimiláláshoz szükséges szén-sav rendelkezésre álljon. A növény, mint előbb említettem, a szén-savat a levegőből veszi fel, melynek 10.000 literében átlagosan $3-3\frac{1}{3}$ l szén-sav van. A növények szükséglete, mint azt Sachs, Ebermeyer kiszámították, oly nagy, hogy a levegőben tartalmazott összes szén-sav a föld növényzetének szükségletét csak nagyon rövid időre elégítené ki. Ámde a növény-élet sem változtatta meg a levegő szén-savtartalmát, amiből arra kell következtetnünk, hogy a levegőnek állandó szén-savforrásai vannak. Ilyenekül bizonyulnak be a tűzhányók és a szén-savforrások. Jelentékenyebb mennyiség jut a levegőbe az élőlények, mint az állatok és a növények, lélekzése által. Nem kicsinyelhető mennyiség az sem, amelyet a földönélegetett fa és szén szolgáltat. Mindezekből annyi szén-sav jut a levegőbe és pedig a levegő áramlása folytán mindenütt kiegyenlítő mennyiségben, hogy a szükségletet mindenütt fedezi.

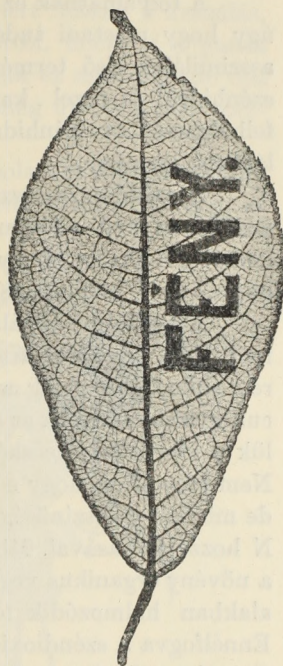


308. ábra. A *Funaria hygrometrica* lombos moh levelének klorofillszemecskéi; a, b apró, c, d, e megnövekedett keményítőszemecskékkel. (Sachs.)

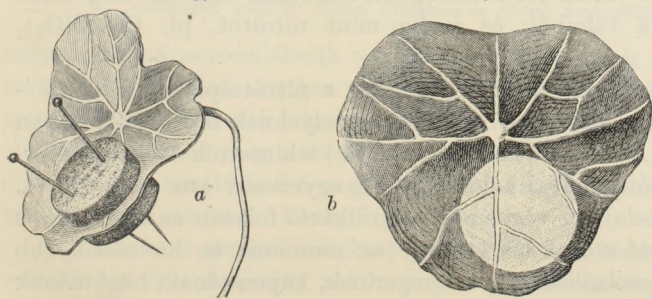
A szénsav-asszimilálásnak köszöni a zöld növény kétségtelenül a széntartalmú vegyületeit. Ezeknek alakulási módjáról biztosan alig tudunk valamit. Kétségtelen tény azonban, amit az előző kísérletek is igazolnak, hogy az asszimiláláskor a szénsav szén és oxigén elemeire bontatik fel. A szén magában a növényben nem fordul elő tisztán, mert a szénsav felbomlása-kor rögtön új vegyületbe megy át, amely az asszimilálásnak első terménye. Az a tény, hogy a felvett szénsav térfogata megegyezik a kiszabadult oxigén térfogatával, kapcsolatban azzal a ténnyel, hogy az új vegyület alakításához a növénynek víz áll rendelkezésére, azt a következtetést engedi meg, hogy az asszimilálás új terménye valamely szénhidrát, pl. szőlőcukor vagy keményítő.

Az asszimiláláskor keletkező szénhidrátok sorában a *keményítő* már régen ismeretes. Hiszen a mikroszkóp segítségével a megvilágított klorofillszemecskében könnyen észrevehető. (308. ábra.) De ezt közvetlenül is bizonyíthatjuk a jódp próbával, amely korán reggel nem mutat keményítőre, ellenben a napfénynek kitett levelekben a keményítőt megkékíti. Ha valamely levelet, hogy sötétben legyen, staniolpapirossal körül fogunk és csak kevés hézagon át bocsátjuk rá a fényt, vagy csak a dugóval zárjuk el a fénytől egy részét, úgy a klorofill színanyagának alkohollal való eltávolítása után a jódp csak a fénynek kitett helyen fogja a levelet kékszínűvé tenni, annak jeléül, hogy csak itt képződött keményítő. (309., 310. ábra.)

A keményítő azonban az asszimilálásnak nem az első terménye; minden valószínűség szerint az első termény valamely vízben oldható szénvegyület, hiszen a keményítő tulajdonképpen csak a klorofill-



309. ábra. A staniolpapirosba burkolt levél csak a betűknek megfelelő hézag helyén volt a fénynek kitéve és csak itt asszimilált.



310. ábra. A Tropaeolum levele *a* parafadugókkal részben elsötétítve, *b* a parafadugók eltávolítása után jóddal festve. (Oels.)

szemecskéből el nem távozott szénhidrát felhalmozódására alkalmas alakulat. Többféle módon keresték az első szénvegyület bizonyosságát, de mind-
ez ideig csak feltevésekkel tudjuk a jelenséget magyarázni. — Sokan a szénvegyület alakulását a szénmon-

oxidnak a vízzel formaldehyddé való egyesüléséből magyarázták, amely formaldehydből könnyen alakul meg a cukor. A formaldehyd alakulása közvet-

lenül is bekövetkezhetik és pedig nem a szénmonoxidból, hanem a széndioxid vizes oldatából, amelyben a széndioxid mint szénsavhidrát van meg.

A folyamatnak ez a magyarázata sem ment azonban minden ellenvetéstől, úgy hogy mostani tudásunk alapján csak azt állíthatjuk, hogy a széndioxid-asszimilálás első terménye valamely oldható szénvegyület, illetőleg valamely szénhidrát és ezzel kapcsolatban a növények nagy részében a klorofillban felhalmozódott szénhidrát alakulásából származó keményítőszemecske az első látható termény.

A széndioxid-asszimiláláskor keletkezett anyag mennyisége tetemes. *Sachs* a sötétben levő és fénynek kitett levelek méréséből és számításából arra a következtetésre jutott, hogy a tők levele óránként és négyzetméterenként 1·502, a napraforgóé pedig 1·882 g-ot gyarapodott száraz anyagban.

A későbbi vizsgálatok eredményei is igazolták *Sachs* számításait és bebizonyították, hogy a gyarapodott anyagnak csak kis része keményítő, a nagyobb rész cukor. És pedig a kísérletek megállapítása szerint a szőlő- és a gyümölcs-cukor azok, amelyek az asszimilálás első terményeinek tekintendők, ellenben a velük a klorofillszemecskében található nádcukor és keményítő tartalékanyagok. Nem lehetetlen, hogy a széndioxid asszimilálásával kapcsolatban fehérje is alakul, de minden valószínűség szerint csak mint másodlagos termény szénhidrátokból N hozzájárulásával. Mindent összevéve azt látjuk, hogy az asszimilálás folytán a növény organikus vegyületei gyarapodnak, amelyekben a napfény ereje kémiai alakban halmozódik fel, hogy azután az élet folyamatában felszabaduljon. Ennélfogva a széndioxid-asszimilálás tulajdonképpen forrása az egész organikus életnek, mely élet a fenntartásához szükséges erőt a naptól nyeri. A szénsav asszimilálása keletkeztette szénhidrátokból alakulnak a növényi testnek igen fontos anyagai, aminők a sejtfal, a zsírok, az organikus savak stb. A növényi testnek, illetőleg a sejtnek legfontosabb anyaga a fehérje, ezeken kívül még N-t is tartalmaz. Ezeknek a vegyületeknek az alakulásáról, illetőleg a nitrogénnek asszimilálásáról azonban vajmi keveset tudunk. Egész bizonyossággal tudjuk azonban, hogy az autotroph zöld növények igen kevés kivétellel valamennyien nem a levegőből veszik fel a nitrogént, amelynek tudvalevőleg közel $\frac{4}{5}$ részét teszi, hanem a talajból, és pedig mint nitrátot, pl. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ vagy $\text{K}(\text{NO}_3)$.

A vízkulturák elegendőkép bizonyítják, hogy a nitráttáplálékkal a növények igen jól tenyésznek, ellentétben azokkal, amelyeknek táplálékoldatában nem volt N (311. ábra). Azelőtt az ammoniát (NH_3) tekintették a nitrogén forrásul, minthogy az istállótrágyával való trágyázás egyenesen erre mutatott rá. Ma már tudjuk, hogy a talajban végbemenő nitrifikáció folytán az ammonia is nitráttá alakul, de emellett tudjuk azt is, hogy az ammonia is, ha csekélyebb mértékben is, táplálékkul szolgálhat, pl. a tengerinek, káposztának, hagymának is. Mégis a növények legtöbbje a talajból nitrátok alakjában nyeri a nitrogént. A talajba a természetben egyrészt olyan növények által jut, amelyek a levegő szabad nitrogénjét veszik fel, másrészt pedig a levegőből az elektromos kisülésekkel keletkező salétromossav és salétromsav útján, amelyek a csapadékkal együtt jutnak a talajba. Ennél jóval jelentékenyebb azonban az a mennyiség,

amely az elhalt lények testével kerül a talajba, melyeknek anyagaiból származik a talaj ammoniája és ebből ismét a nitrátja. A kulturális talaj azonban ily módon nem felelne meg a természet kivánalmának, mert hiszen a kaszálás, aratás, szüretelés megfosztja a talajon termett növényzettől, miért is a gazda kénytelen másként pótolni a beállott hiányt. Megtörténik ez már rég idő óta trágyázás által és pedig előbb kizárólag istállótrágyával, míg újabban már műtrágyával.

A nitrátokat a növény a hamualkotórészekkel kapcsolatban a gyökér útján veszi fel. Hogy azután a gyökérből miként jut el a növény minden részébe, és



311. ábra. A vetemény paszuly vízkulturában minden szükséges hamualkotórészekkel, de A-ban nitrogén nélkül, B-ben nitráttal és C-ben ammoniasóval. (Frank.)

milyen módon asszimilálódik — bár sokat fáradoztak kiderítésén — még ma se tudjuk. Tudjuk azonban azt, hogy az asszimilálási folyamat végső eredménye a növényi sejt alkotó vegyülete, a fehérje. A fehérje sokféle vegyület alakjában jelenik meg a növényben és jöllehet a C, O, H elemeken kívül mindig még N-t, továbbá S-t vagy P-t tartalmaz, mégis annyira komplikált, hogy képlettel kifejezni nem könnyű feladat.

A nitrátok asszimilációjának helye felől sem tudunk még semmi biztosat, valószínűen erre a növény valamennyi sejtje képes és pedig sötétben éppúgy, mint világosságban; némelyek szerint ez utóbbi a nitrát-asszimilációt elősegíti. Az ammoniára ugyanaz áll, ami a nitrátokra. Az asszimilációhoz szükséges energiára nézve még nagyon kétes, vajjon csakugyan ebben az esetben is a nap az energia forrása, és a folyamat photosynthesis, vagy pedig itt vegyi energiáról van szó, mely a photosynthesis keletkeztette szénhidrátok oxidációja

folytán lesz szabaddá és az egész folyamat tulajdonképpen *chemosynthesis*? Még kevésbé vagyunk tájékozódva a nitrogén asszimilációjának első terménye felől. Minden valószínűség szerint a vegyi átalakulások során a fehérjék alakítását megelőzi az amidovegyületek alakulása. Erre következtethetünk abból a tényből, hogy ezek, mint pl. az asparagin is, a növényekben nagy mértékben el vannak terjedve. Ha a vízkultúra oldatába NH_3 vagy HNO_3 helyett más nitrogéntartalmú organikus vegyületet adnak, mint pl. glykokollt, asparagint, leucint, tyrosint stb., úgy azt tapasztalják, hogy a növény ezekből is képes nitrogénszükségletét fedezni és ezek meghasadása származtatta vegyületekből fehérjét alkotni.

A szén és nitrogén asszimilációja mellett még a hamualkotórészek asszimilációja is fontos, mert kétségtelen, hogy legtöbbje ezeknek valamely organikus vegyület alkotórészévé lesz, de annak módjáról semmit sem tudunk. Az asszimilációt illető gyarló tudásunk egyetlen eredménye, hogy az autotroph növény a szén és nitrogén asszimilációja folytán szénhidrátokat és fehérjéket alakít.

Ezek a vegyületek azonban nem maradhatnak keletkezési helyükön, hanem el kell vándorolniuk egyrészt a felhasználási, másrészt raktározási helyükre, nagyon csekély részük jut el a váladéktartókba, illetőleg a mirigyszőrökbe, ahol váladék alakjában kiválnak, minők a mézfejtőkben a nektár stb. Az asszimilált anyagok, vagy amint a tudományos irodalom újabban elnevezte, az *asszimiláták* felhasználhatnak a növekedő részekben, az osztódó szövetek keletkeztette új növényrészekben, tehát a tenyészőcsúcs, kambium stb. helyén. És ha már a növény növekedésére elegendő mennyiségű anyag áll rendelkezésre, úgy a többi asszimilátá olyan helyeken gyűlik meg, raktározódik, ahol mint tartaléktáplálék megmaradhat az ideig, míg felhasználására rákerül a sor. Ilyen részei a növénynek a fás szárak, gyökerek parenchimatikus sejtjei, különösen a bél és a bélsugársejtek, továbbá a magvak, a gumók, a hagymák stb., amelyek a tenyészeti időszak végén telvék asszimilált anyagokkal, de a következő tenyészeti időszakban a növekedés megindultával kiürülnek. És hogy a levelekből csakugyan kivándorol az asszimilált keményítő, meggyőződhetünk, ha kora reggel vizsgáljuk meg az éjen át nem asszimilált levelet, amidőn is a jódpórá segítségével nem fogunk benne keményítőt kimutathatni. A szilárd keményítőszemecske azonban ilyen alakban nem hatolhat át a sejtfalakon, ezért olyan vegyületté kell átalakulnia, mely vízben oldható. A keményítőt tartalmazó sejtekben vannak *enzymek*, amelyek a keményítőszemecskét megtámadják és lassanként cukorra alakítják át, mint pl. a gabonaneműek magjában a diasztaza nevű enzyme, amely a keményítőt cukorra alakítja át. A cukor oldható vízben és ilyen módon könnyen vándorolhat a sejtfalakon át.

A fehérjevegyületek sem képesek azonban ilyen alakban vándorolni, mert a sejtfalakon mint kolloidális, vagyis nem kristályodó anyagok nem hatolhatnak át. A vándorlás céljából ugyancsak bizonyos enzyme hatására alatt meghasadnak és vízben oldható vegyületté lesznek és pedig albumosákká, peptonokká, illetőleg az átalakulás további folyamán amidosavakká és hexosákká. Az enzyme sajátos nitrogéntartalmú kolloidális vegyületek, amelyek

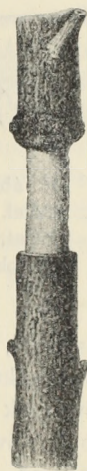
a plazma által létrehozatva, azzal a sajátsággal bírnak, hogy bizonyos vegyületeket szétbontanak, anélkül hogy a vegyi átalakulás folyamán megváltoznának, vagy felhasználódnának, miért is képesek igen nagy mennyiségű vegyületeket megváltoztatni. Sokféle ilyen enzyme-erjesztő van; a legfontosabbak a keményítőt átalakító diasztatikus, a fehérjét bontó peptonisáló vagy proeolytikus, cukrot invertáló stb. enzyme, sőt zsírt megvasztó enzyme is ismeretesek, pl. a Ricinus, repce, mák, kender sejtjeiben.

Az ily módon oldható asszimiláták a felhasználási vagy raktározási helyükre vándorolnak. A keményítőből alakult cukrok, egyáltalán a szénhidrátok a vékonyfalú sejteken át diosmotikus úton vándorolnak, sőt még a rostacsövekben is. Újabban némely zsírokról is hasonló módon való vándorlást bizonyítottak be. Ellenben a fehérjenemű vegyületek és származékaik közül az oldhatók is ezt az utat követik, ellenben a nem oldhatók, különösen a fehérjék, maguk is a hánscsöveiben szállíthatnak, amelyekben szénhidrátok, olaj és leptomin is van (236. ábra). Néha a szállítás folyamán a szőlőcukor keményítőszemecskévé alakul, hogy azután ismét később átalakítva útját tovább folytathassa vagy felhasználódjék; az ilyen átmenő, tranzitorikus keményítő rendszeren aprószemű.

A szállítás iránya, minthogy az asszimiláció műhelye a levélben van, rendszeren a levelektől lefelé halad a raktározási helyekre, és pedig a hánscsban, amit a gyűrűzési kísérlettel bizonyíthatunk, amennyiben a hánscs megszakításával a lefelé haladó asszimiláták a gyűrű felett gyarapítják a másodlagos kéreg tömegét (312. ábra). Tavasszal azonban a raktározási helyekről vándorolnak az asszimiláták a felhasználási helyükre, a növekedő hajtásokba, a raktárakat üresen hagyva, pl. a hajtást fejlesztő burgonyagumó is puha és üres lesz (106. ábra).

A felhasználási helyükön ismét átalakulnak ezek a vegyületek és mint építőanyagokból belőlük alakulnak a plazma, sejtfa anyagai, amiről azonban vajmi keveset tudunk. A raktározási helyeken pedig mint tartalék-táplálékanyagok halmozódnak fel, és pedig a szénhidrátok vagy változatlanul, mint a cukrok, vagy pedig keményítővé alakulva át, a fehérje megvasztásából származó vegyületek pedig ismét fehérjevegyületté alakulnak át, minő pl. az aleuron. A szénhidrátok azonban átalakulhatnak zsírokká és olajokká. Mindezek az átalakulások kétségtelenül a sejtekben levő vegyületek hatására mennek végbe, amelyek mellett azonban a külső hatások is bírnak befolyással, nevezetesen fáinkban a keményítő részben zsírrá alakul át, ellenben tavasszal a zsír keményítővé lesz, előbbi az alacsony, utóbbi a magasabb hőmérsék hatására alatt következik be. Az alacsony hőmérsék hatására a keményítő cukorrá is átalakul, pl. a megfagyott burgonyagumóban.

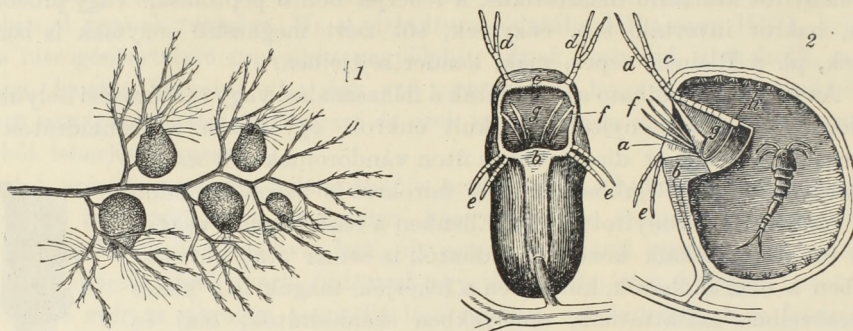
Mindezekről a folyamatokról még nagyon keveset tudunk, pedig a folyamatok száma igen nagy, ha megfontoljuk, hogy a sejtekben levő illó olajok, színadó anyagok, a mérget és gyógyító anyagot alkotó glykosidák és alkaloidák is mind ilyen vagy ezekhez hasonló folyamatok útján jönnek létre, anélkül



312. ábra.
A gyűrűzött ág a gyűrűzés felett megvasztodik.
(Linsbauer.)

hogy a sejt, illetőleg a növény vegyi folyamatában még továbbra is szerepeljenek, jóllehet a növény életében fontos biológiai jelentőséggel bírnak.

Az autotroph növényeknek az előbbiekben vázolt táplálkozási módjától eltér a heterotroph növényeké, amelyek nem képesek szén-savból szénhidrátokat



313. ábra. A közönséges rence (*Utricularia vulgaris*) 1. levélrészlete a vasszerű hólyagokkal. 6-szor nagyítva. (Cohn.) 2. A hólyag bejárata és hosszanti metszete: *a* a varsa nyílása, *b* alsó ajak, *c* felső ajak, *d* bajuszserték, *e* az alsó ajak sertéi, *f* torokserték, *g* toroknyílás, *h* toroknyílás felső fala. A hosszanti metszett hólyagban egy alsóbbrendű rák van. (Wossidlo.)

készíteni, vagyis amelyek táplálkozásukban organikus, tehát más autotroph növényektől származó vegyületekre szorulnak. Az autotroph és heterotroph növények közt ebben a tekintetben ugyanolyan viszony van, mint az autotroph növények klorofillos és klorofilltalan sejtjei között, mert voltaképpen csak az előbbiek autotrophok, ellenben az utóbbiak heterotroph sejtek; hasonló a növény zöld szervei, pl. levelek és a gyökér közti munkafelosztás. És amint ezek között már külsőleg is felismerhető különbségek vannak, úgy a heterotroph növényeket a külső jelek teszik felismerhetőkké. Ilyen jelek a klorofill hiánya, továbbá organikus vegyületeket bőven tartalmazó talajon való tenyésztés, és pedig ily talajul szolgálhatnak más elhalt szervekből származó vegyületek, mint pl. a *szaprofitáké*, vagy pedig a még élő lények maguk, amely esetben a növények élősködők, *paraziták*. Az utóbbiak külső tulajdonságukról is felismerhetők, mint pl. a gombák vagy a virágos növények közül a *Lathraea* és az *Orobancha*, az előbbiek is bírnak ilyen tulajdonságokkal, pl. a szaprofita gombák és némely virágos növény.

A szaprofita gombák a legkülönbözőbb talajokon is megélhetnek és a virágos szaprofita növényektől csak abban térnek el, hogy csak egy földfémmel vagy magnéziummal is megelégesznek. A C forrásául igen sokféle szénvegyület szolgálhat, de nem valamennyi egyenlő értékű, a cukor pl. kitűnő táplálékul szolgál. Fontos a táplálótalaj reakciója, pl. a penészgombák kevésbé savanyú, a baktériumok kevésbé alkalikus oldatokat kedvelnek. A táplálkozást befolyásolja még a talaj N anyagának a minősége és a tápláló folyadék tömörsége, végül pedig a hőmérsék is, mely különböző táplálékok szerint változó hatással van. Mindezekből kitűnik, hogy a penészgombák a legkülönbözőbb vegyületű táplálékokból táplálkozhatnak, és hogy ennek mértéke függ ugyan a tápláléktól magától is, de a táplálkozó organizmustól is. Azokkal az organizmusokkal szemben, amelyek a legkülönbözőbb talajon megélnek és amelyeket mindenevőknek (*omnivoroknak*) neveznek, állnak azok, amelyek mint specialisták csak bizonyos anyagokon táplálkoznak, így pl. a *Mycoderma aceti*, a borvirág, csak alkoholt és ecetsavat tartalmazó oldaton, ami azt bizonyítja, hogy a gom-

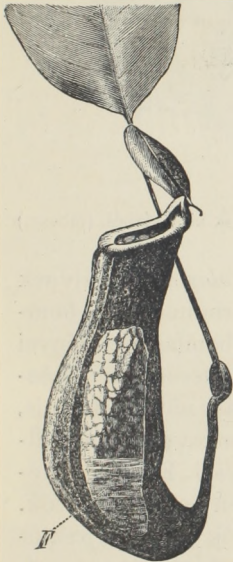
bák sorában igen válogatós fajok is vannak. Az ily módon felvett táplálékok asszimilációjáról jóformán semmit sem tudunk.

A nitrogéntáplálékot illetőleg a gombák ugyancsak különböző igényekkel bírnak. A gombák táplálkozásában azonban a C és N forrása a két elemet tartó vegyület egymáshoz való viszonyától függ. Legkedvezőbbnek látszik az a táplálékoldat, amelyben peptonok és glukózák vannak, ellenben rossz táplálékok, amelyekben az ecetsav, borkósav, ammonia sói vannak.

Az ily módon élő szaprofita-növények és a parazita-növények közt helyezkednek el biológiai sajátásaikkal az úgynevezett *húsevő*, *carnivor* növények, amelyeket *rovarevőknek* vagy *insectivoroknak* is neveznek. Ezeket a különben autotroph növényeket különösen jellemzik azok a berendezések, amelyekkel az organikus táplálékot megszerzik és amelyekkel a táplálékot a felvételre alkalmassá teszik. Azáltal pedig, hogy ily módon organikus vegyületekhez jutnak, nagy mértékben közelednek táplálkozásukban a szaprofitákhoz. Organikus táplálékukat majd kizárólag apró ízeltlábúak, különösen rovarok teszik. Elsősorban is színükkel vagy alakjukkal csalogatják magukhoz a rovarokat és azután a megfelelő berendezéssel megragadják és lekötik. (151. l.) A berendezések háromféle alakja ismeretes:

1. Az első csoportba tartoznak az üreget alkotó levelek, amelyeknek ürege veremként szerepel és pedig oly

módon, hogy egyrészt az állatok könnyen a verembe juthassanak, másrészt pedig, hogy az állatok a veremből egykönnyen ki nem menekülhessenek, ilyenek a *Nepenthes*, *Sarracenia* és *Cephalotus* leveléből fejlődött kancsós tömlője és az *Utricularia* hólyagja, melynek berendezése egészen varszerű (313., 314. ábra, XIX. tábla). — 2. A második csoportba tartoznak azok, amelyek csapóvasszerűen működnek, vagy a rovarokat a levelélemez falainak egymásra csapódásával fogják, pl. a *Dionaea* és



314. ábra. A *Nepenthes* levél kancsója, amelynek fala elől nincs megrajzolva, hogy a mirigyek kiválasztotta folyadék *F* látható legyen. (Strasburger.)

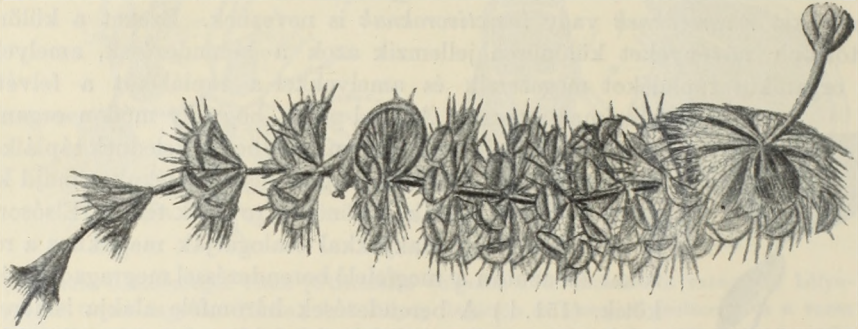


315. ábra. A *Dionaea muscipula* nyitott és zárt levél-csapókkal. (Baillon.)

dött kancsós tömlője és az *Utricularia* hólyagja, melynek berendezése egészen varszerű (313., 314. ábra, XIX. tábla). — 2. A második csoportba tartoznak azok, amelyek csapóvasszerűen működnek, vagy a rovarokat a levelélemez falainak egymásra csapódásával fogják, pl. a *Dionaea* és

az *Aldrovandia* (315., 316., 317. ábra). — 3. Végül a harmadik csoportba tartoznak azok a növények, amelyeknek levelein mirigyek ragadós váladéka tapasztja meg a rovarokat. Így van ez a hazánkban is tenyésző *Droserán* és *Pinguiculán* (318., 319. ábra, XIX. tábla).

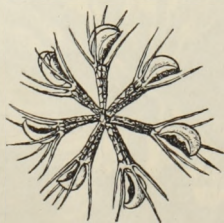
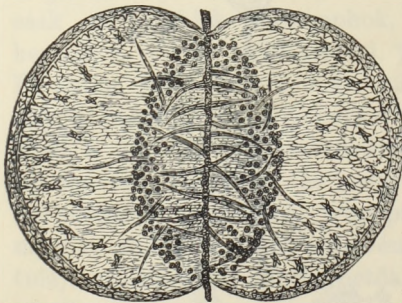
A felsorolt berendezések folytán a megfogódzott állatok rövidebb-hosszabb idő múlva valószínűleg az éhség folytán vagy pedig a levelek kiválasztotta



316. ábra. Az *Aldrovandia vesiculosa* vízi növény, melynek csak a virága nyúlik ki a vízből. (Moesz.)

váladék hatása alatt elpusztulnak. Előbbi eset van az *Utricularián*, amelynek tömlőjében az állatok hosszabb ideig élnek és azután a baktériumok által bomlasztatnak meg; eleinte az állatok ürülékei, későbbben a bomlási terményei szolgálnak fehérjeforrásul. Hasonló esettel találkozunk a *Sarracenia* és *Cepha-*

lotus, sőt valószínűen más növényeken is, ahol esetleges víztartókban rovarok pusztulnak el (pl. *Dipsacus*, *héjakut*). Ezek a növények tehát tulajdonképpen nem is húsevők. A tulajdonképpeni húsevők olyan erjesztőket (proteolitikus enzymeket) választanak ki, amelyek által a fehérjét oldható vegyületté teszik. Az oldott fehérjét vagy ugyanazon váladékszörök vagy pedig más szörök nyelik el (319. ábra).



317. ábra. Az *Aldrovandia vesiculosa* levélörve és egy nyitott csapószerű levéllemeze. (Darwin.)

Ezek a rovarévők meg tudnak élni a rovarok, illetőleg a levelektől felvett fehérje nélkül is, ámde kétségtelen, hogy azzal jobban tenyésznek. Mivelhogy azonban valamennyien a szénvegyületeket maguk képesek készíteni, mint a zöld autotroph növények, minden valószínűség szerint a levelektől felvett fehérje mennyisége és minősége előnyös rájuk nézve, vagyis a nitrogént legalkalmasabban pepton alakjában használhatják fel és ily módon peptonnövényeknek nevezhetők, mint aminókkal a gombák



19. HÚSEVŐ NÖVÉNYEK.

Kereklevélű harmatfű.
(*DROSERA ROTUNDIFOLIA.*)

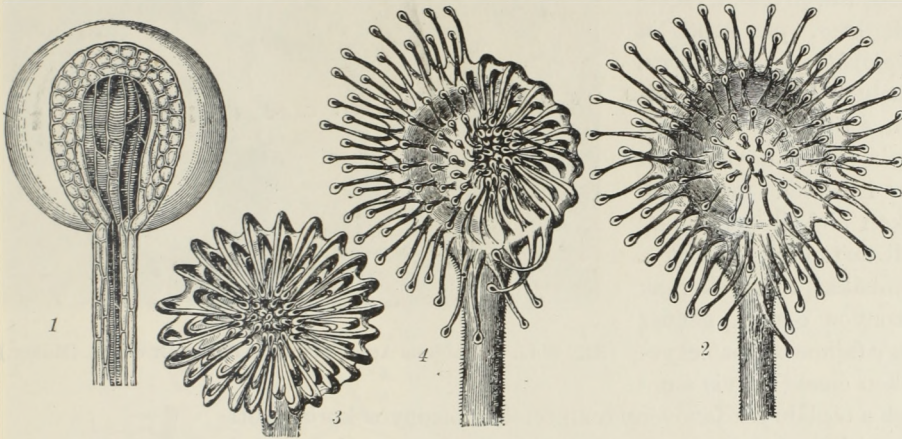
Közönséges hizóka.
(*PINGUICULA VULGARIS.*)

Közönséges rence.
(*UTRICULARIA VULGARIS.*)

Az Athenaeum r.-t. nyomása.

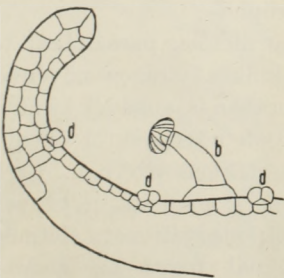


sorában is találkozunk. Ily módon azonban ezek a nitrogén megszerzését illetőleg heterotroph növények. Heterotroph növények különben az *élősködő*, a

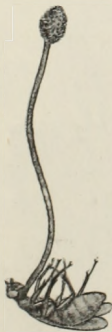


318. ábra. A kereklevelű harmatfű: 1 nyeles mirigének feje, 2 levele szétterült nyelesmirigyekkel, 3 teljesen, 4 részben behajlott nyelesmirigyekkel. (Kerner.)

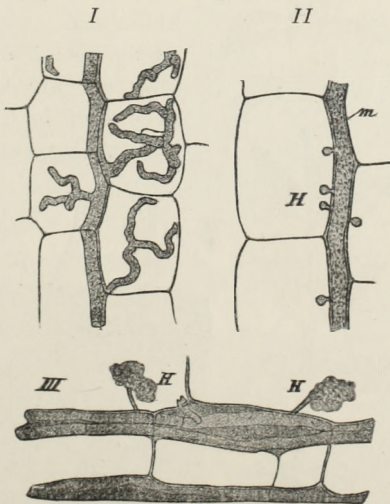
parazita növények is. Hiszen ezek is táplálékuknak legalább egy részét más élő növények vagy állatok testéből szerzik meg. Az *élősködők* különben a szaprofitákkal különböző átmenetek által vannak egybekötve. Sok rothadó anyagokon élő szaprofita gomba képes *élősködő* módon is élni, ilyen fakultatív *élősködő* a *Penicillium glaucum*, mely az érett gyümölcsöt az esetleges sebekben támadja és rothasztja meg. Viszont vannak gombák, amelyek *élősködők*, de képesek szaprofita módon is élni, ilyen fakultatív szaprofita pl. a *Phytophthora omnivora*. Az *élősködő* gom-



319. ábra. A hizóka (Pingui-cula) begömbült levélszélének keresztmetszete. *b* nyeles mirigy, *d* a nyeletlen mirigyek. (Klein Gyula.)



320. ábra. Cordyceps sphecocephala darázson. Természetes nagyság.



321. ábra. I. Peronospora calotheca. II. Albugo candida, III. Protomyces radicolus myceliumának darabja haustoriumokkal. 450-szer nagyítva. (Zopf.)

bák közül azok állanak a legalacsonyabb fokon, amelyek a legkülönbözőbb növényeken élhetnek meg, pl. éppen a *Phytophthora omnivora*, amely a bükkfacsemetéken, a fülfűn, a ligetékességén és más növényeken él. Ellenben magasabb fokon álló élősködőknek kell tartanunk azokat a gombákat, amelyek csak bizonyos család, génusz vagy fajhoz tartozó egyedeken élnek, vagyis amelyek a tápláló gazdanövény tekintetében bizonyos korlátozottsággal bírnak; nevezetesen, amíg a *Cordyceps sphecocephala*



322. ábra. A *Rafflesia Arnoldi* bimbója és kinyílt virága. (Müller.)

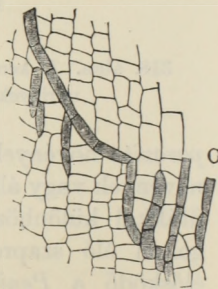


(320. ábra) a legkülönbözőbb darazsokon él, addig a *Cystopus Portulacae* csak a Portulacán. A gombáknak ez az eltérő viselkedése abban leli magyarázatát, hogy a gombák nem bírnak egyforma képességgel a gazdanövény testébe való hatolásra és hogy a különböző gombák is különböző táplálékokat szűkségelnek, amelyeket, ha egyszer a gazda testébe jutottak, kifejlődött myceliumjuk bizonyos szívó ágaival vesznek fel (321. ábra).

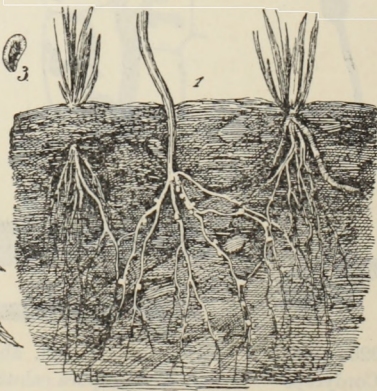
A nagyszámú parazitagombák min-

tájára
hetero-
tropho-

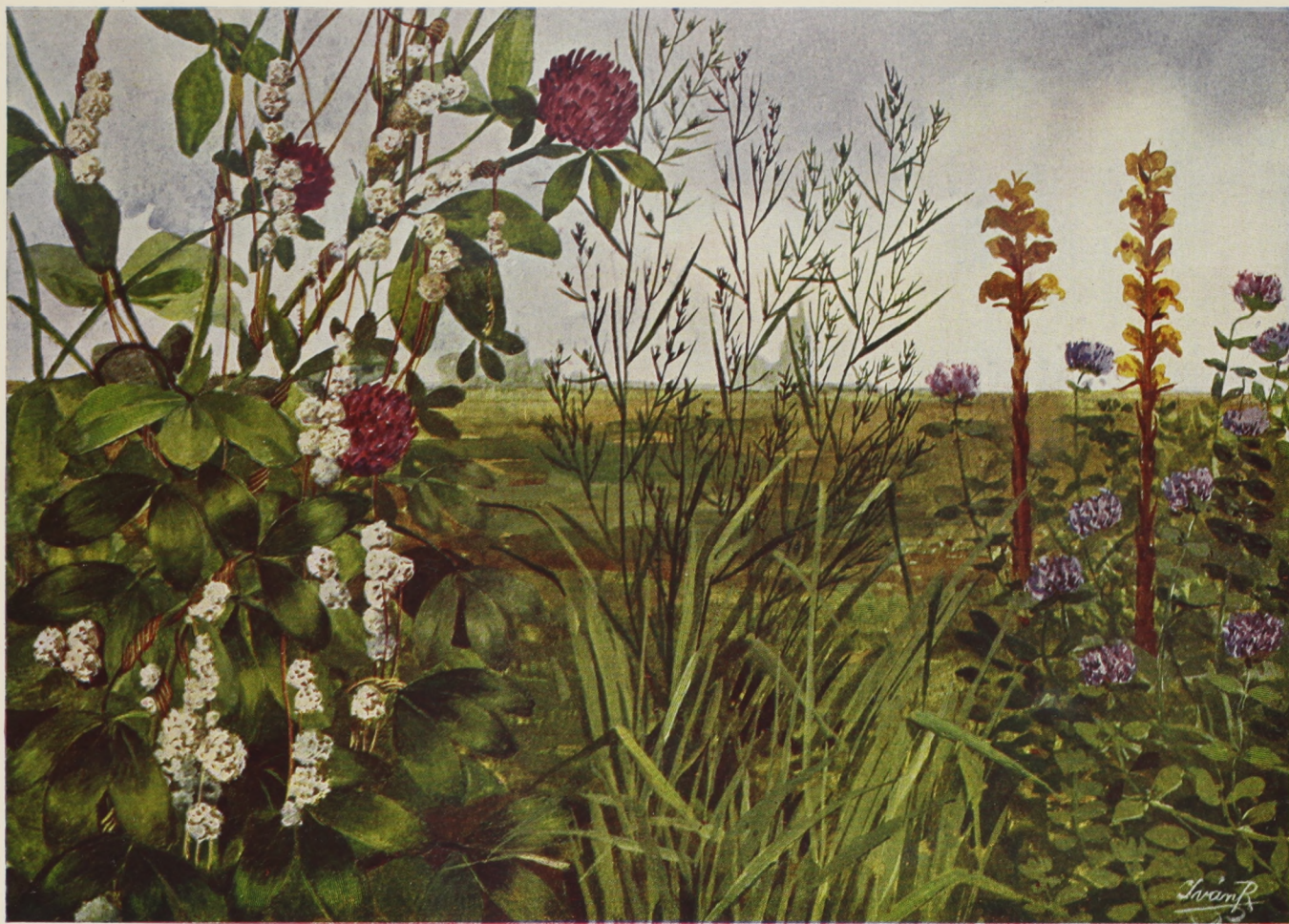
kat illetőleg parazitákat találunk a virágos növények sorában is, amelyek az autotroph növényektől jelentős mértékben eltérnek. Ezeknek a parazita növényeknek megváltozott életmódjuknál fogva az alakbeli tulajdonságai is nagy mértékben megváltoztak. — Ebben a tekintetben azonban közöttük nagy változa-



323. ábra. A *Pilostyles Hausknechtii* gazdanövényének bélszövege az élősködő myceliumszerű testével, amely elágazó sejtsorból áll. (Solms-Laubach.)



324. ábra. A kakascímer (*Rhinanthus major*). 1. gyökerei szívókkal, 2. virágzó és termésszerű szára, 3. magja. (Schmeil.)



18. VIRÁGOS ÉLŐSKÖDŐ NÖVÉNYEK.

Herefojtó aranka.
(CUSCUTA TRIFOLII.)

Lenlevellű zsellérke.
(THESIUM INTERMEDIUM.)

Kakukfű szádorgó.
(OROBANCHE ALBA.)



tosságot találunk, amennyiben a heterotrophiához különböző mértékben alkalmazkodtak (18. melléklet). Különösen jellemzi nagyrészüket a klorofill hiánya (*Lathraea*, *Orobancha*), a levelek kisebbedése vagy hiánya (*Cuscuta*), továbbá a gyökerek helyett vagy azokon erősen kapaszkodó és szívó szervek (*Thesium*, *Cuscuta*) fejlődése (89., 324. ábra), végül a víz szállítására szolgáló szervek csökkenése. A szállításra való berendezkedés némely külföldi élősködőn anynyira elsatnyul, hogy egészen a gombák testére emlékeztető, így pl. *Rafflesia*, *Pilostyles* (322., 323. ábra), amit még emel a klorofill hiánya is. Ennek a következménye azután, hogy ezek a növények az összes táplálékanyagok megszerzésében a gazdanövényre vannak utalva. A gazdától való függés olyan nagy, hogy némelyek a gazda hatása nélkül még csírázni sem képesek, pl. a *Lathraea* és az *Orobancha* magja csak a gazdanövény gyökerének közelében csírázik és gazdanövény nélkül elpusztulnak éppúgy, mint a *Cuscuta* is, bár ennek egyes levágott szárdarabjai zöldekké is lesznek, de csak a gazdanövényen megfogódzkodva élnek tovább, mert klorofilljuk, ha asszimilál is, de nem elegendő mértékben. Vannak azonban élősködő növények, amelyek zöldek, pl. *Euphrasia*, *Odontites*, *Rhinanthus* (324. ábra), *Melampyrum*, *Thesium*, *Viscum* (21. melléklet) és *Loranthus* (88. ábra, 18. melléklet). Az előbbieket függetlenebbek a gazdanövénytől, mert anélkül is képesek virítani, de nem is válogatósak a gazdanövényben, mint az utóbbi kettő is, mint pl. az *Orobancha*-fajok.

A zöld élősködők képesek tehát organikus vegyületeikről maguk is gondoskodni; élősködésüket talán az magyarázza meg, hogy az ily módon megszerzett anyag nem elegendő vagy talán csak a fehérjevegyületek tekintetében is lesznek, de csak a



325. ábra. A *Tillandsia usneoides* ellepte *Taxodium distichum* fák 1 méter magas pneumatophorokkal. (Schimper.)

vább, mert klorofilljuk, ha asszimilál is, de nem elegendő mértékben. Vannak azonban élősködő növények, amelyek zöldek, pl. *Euphrasia*, *Odontites*, *Rhinanthus* (324. ábra), *Melampyrum*, *Thesium*, *Viscum* (21. melléklet) és *Loranthus* (88. ábra, 18. melléklet). Az előbbieket függetlenebbek a gazdanövénytől, mert anélkül is képesek virítani, de nem is válogatósak a gazdanövényben, mint az utóbbi kettő is, mint pl. az *Orobancha*-fajok.

A zöld élősködők képesek tehát organikus vegyületeikről maguk is gondoskodni; élősködésüket talán az magyarázza meg, hogy az ily módon megszerzett anyag nem elegendő vagy talán csak a fehérjevegyületek tekintetében is lesznek, de csak a

ben szorultak rá a gazdanövényre, vagy végül a gazdanövénynek csak a nyers táplálóanyagát igénylik.

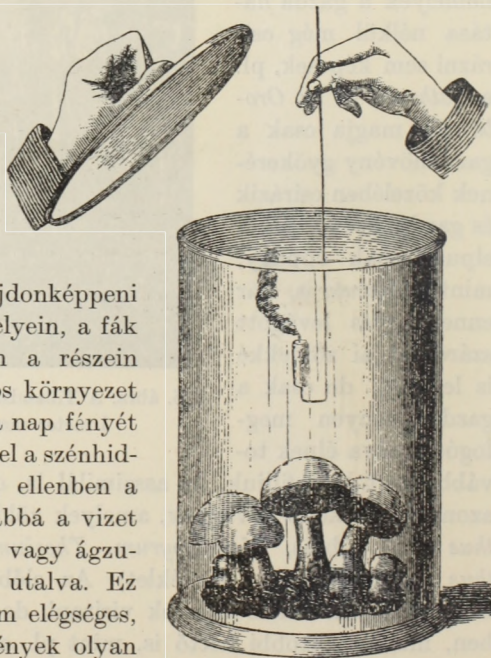
A tölgyfáinkat kerülő *fagyöngy* (*Viscum album*, 21. melléklet) és a tölgyfáinkat kedvelő *fakin* (*Loranthus europaeus*) táplálkozásának vegyi folyamata még ismeretlen; kétségen kívül képesek zöld leveleikkel asszimilálni, de vizet és a tápláló sókat a gazdanövényből képesek csak megszerezni, amit az is bizonyít, hogy szívó eresztvényeikkel a gazdanövény edényfalában farészével függnek egybe (88. ábra). Sokan úgy fogják fel a két utóbbi élősködőt, mint eredetileg epiphyta növényt, amely a szükség kényszere folytán támadta meg a gazdanövényt.

Az *epiphyta* növények ugyanis azok, amelyek különösen a föld forróövében a fák magasabb részein, különösen a koronájában élnek, ezért is nevezik őket *fánlakó* növényeknek. Nálunk a nedvesebb klímájú vidéken a fatörzseken élő *mohok*, *zuzmók* tekinthetők epiphytáknak, amelyek a fatörzs-



326. ábra. Az *Avicenia officinalis* pneumatophorjai. A természetes nagyság fele. (Schimper.)

nek kéregrepedéseiben meggyült televényből élnek (290. ábra). A tulajdonképpeni epiphyták a forróöv nedves klímájú helyein, a fák törzsének vagy koronájának azokon a részein telepednek meg, ahol már a szomszédos környezet árnyékából kiszabadulva élvezhetik a nap fényét (288., 325. ábra), amelynek segítségével a szénhidrátokról kellő módon gondoskodnak, ellenben a nitrogén és a hamualkotórészek, továbbá a vizet illetően a fák kérgének repedéseiben vagy ágzugaiban meggyült televényre vannak utalva. Ez azonban a szükséglet fedezésére nem elégséges, miért is ezek a tipikus fán lakó növények olyan felszereléssel bírnak, amelyeknek segítségével egyrészt a testükben levő víz elpárolgását akasztják meg vagy csökkentik, másrészt pedig a leve-

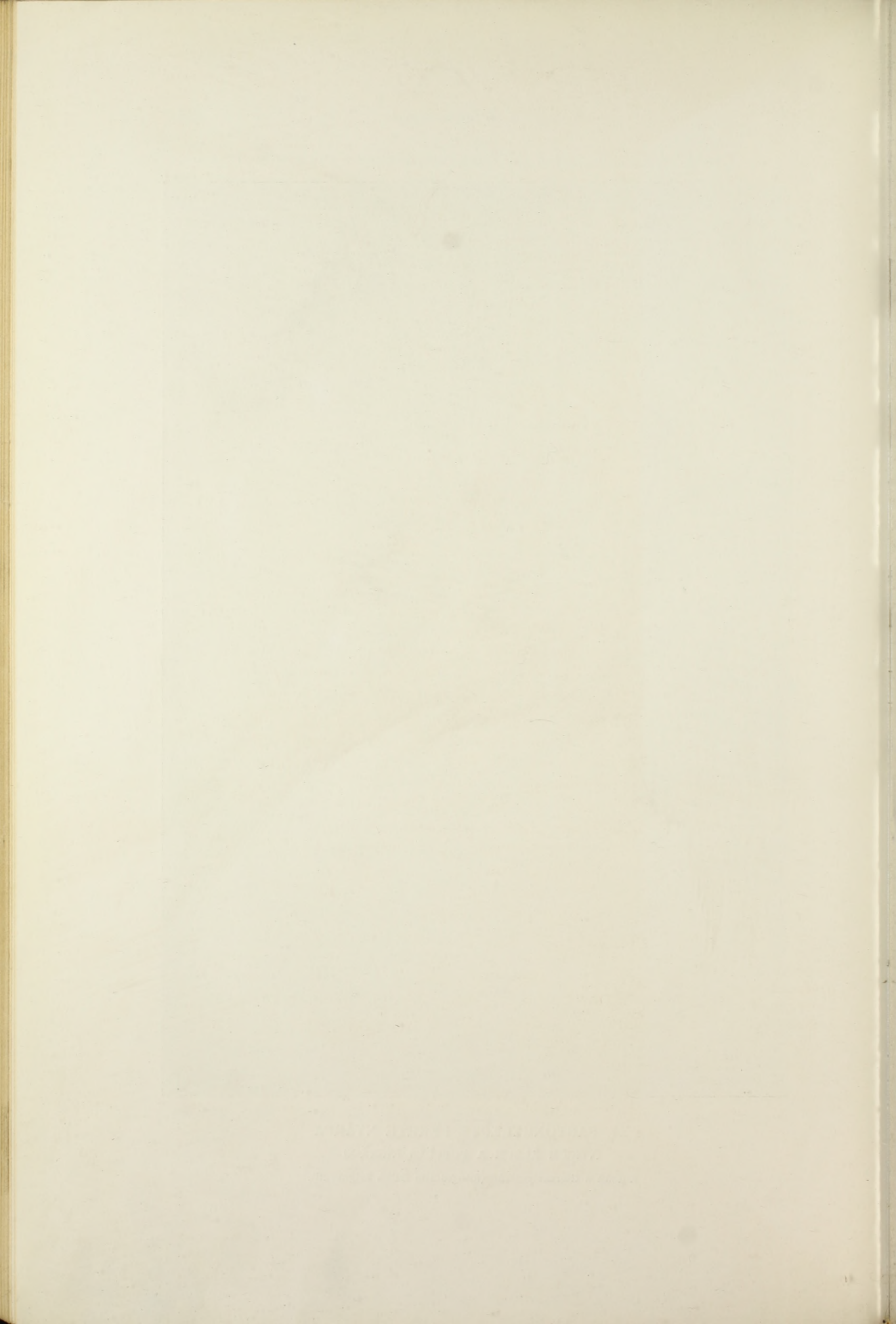


327. ábra. A kalapos gombák szénsavkilekzésének bizonyítása. (Hansen.)



21. FAGYÖNGYLEPTE FEKETE NYÁRFA
(VISCUM ALBUM A POPULUS NIGRÁ-N)

Kassán a Csermely-utcán (fotografálta Zalka Zsigmond).



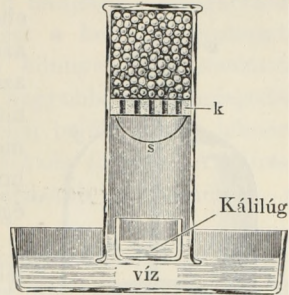
göböl veszik fel a szükséges vízmennyiséget (247. lap). Bárminő legyen is a táplálkozás módja, végül is az ennek folytán keletkező anyagok a növényi test gyarapításához járulnak hozzá. Pontos mérések igazolják azonban, hogy a test anyagának gyarapodása nem egészen felel meg a felhasznált táplálékanyagok mennyiségének. Ugyanis a táplálkozás keletkeztette anyagok egy része a *lélekzésre* használtatik fel.

Régezte az állatok és a növények közti különbségnek tekintették és mondták azt, hogy az állatok az oxigént lélekeznek be és szénsavat lélekzenek ki, ellenben a növények a szénsavat lélekeznek be és az oxigént lélekeznek ki. Az eddigiek nyomán is látható, hogy ebben a fel-fogásban összetévesztették a növények táplálkozási folyam-matát, a széndioxid-asszimilálást, a lélekzéssel, mely a növényeknél teljesen ugyanolyan folyamat, mint az állatoknál, csak nem vehető olyan könnyen észre, mert nappal a napfényben erősebben folyó asszimilálás folyamata eltakarja, ellenben éjjel zavartalan és könnyen észrevehető, amidőn is az oxigén felvéte-lével a szénsav kilélekzése folyik.

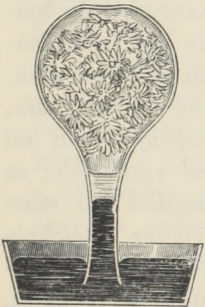
Az oxigén a levegőből a növé-nyi testbe époly módon jut be,

mint az asszimiláláskor a szénsav, t. i. a levegőnyílásokon át a sejtközi járatokba, melyeken a növény legkülönbözőbb részeibe is eljut, mit egyszerű kísérlettel is igazolhatunk (294. ábra). És hogy e tekintetben mily igényekkel bír a növény, legjobban bizonyítja az, hogy a mocsárlakó nagyobb fák a talaj felé emelkedő és a levegő felvételére berendezkedett gyökereket fejlesztenek (325., 326. ábra). A vízi-növények az oxigént természetesen testük felületével abszor-beálják. És hogy az oxigén csakugyan a növényi test anya-gában a szénasszimilálás folytán meggyült szénnel új vegyü-letet alkot, megbontva a már meglevő vegyületeket, azt számos kísérlettel igazolhatom, hiszen a létrejött új vegyü-letnek, a szénsavnak a növényből való eltávozását kell csak megállapítani. Különösen jól sikerül ez gombákkal (327. ábra), továbbá csirázó magvakkal (328. ábra), növekedő részekkel, pl. rügyekkel, virágokkal (329. ábra), sőt zöld levelekkel is, amelyek alkalmas módon elhelyezve, annyi szénsavat hoznak létre, hogy abban az égő gyújtószál elal-szik vagy hogy az a kálilúgot vagy mésvizet homályossá teszi.

Ebből már most önként következik, hogy a lélekzés folyamata minden sejtben végbe mehet, nem úgy, mint az asszimilálás, mely csak a klorofilltartalmú sejtekben foly-



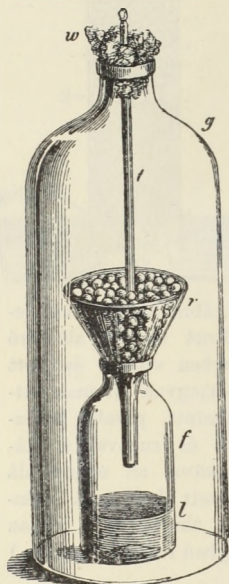
328. ábra. A szájával le-fordított és víz alá erő edényben vízben áztatott borsómagvak vannak át-lyukgatott parafa lemez-zel *k* és rugóval *s* alá-támasztva, az edény alá helyezett kálilúg a szén-savat elnyeli és a víz az edényben emelkedik. (Oels.)



329. ábra. A lélek-zés szükségelte oxi-génfogyasztás bizo-nyítására szolgáló készülék. A Chry-santhemum fészkei a szájával a higany alá érő üvegedényben, amelynek szájában kevés kálilúg van, a lélekzésnek oxigén-fogyasztása és a kilélekzett szénsav-nak a kálilúg által való elnyelése után a higany az edény-ben emelkedni fog.

(Oels.)

hat le. Azáltal pedig, hogy az oxigén a meglevő anyagok szénével alkot új vegyületet, azokat megbontva, tulajdonképpen az asszimilálás munkájának éppen megfordítottját végezi, miért is az asszimilációval ellentétben *disszimilációnak* szokás nevezni. Ez utóbbi azonban nem az összes asszimilatákat bontja meg, hanem azoknak csak egy részét. Minthogy pedig itt az oxigénnel való egyesülés jelensége áll előttünk, a folyamatot mondhatjuk oxidálásnak, illetőleg égésnek és pedig, mint-hogy az életfolyamatok sorában megy ez végbe, fiziológiai égésnek mondják.



330. ábra. A borsómag csírázásakor való melegeledésének mérésére szolgáló készülék. A harang *g* alá helyezett üvegben *f*, kalilúg *l* van, amely a kilehelt szén-savat elnyeli, a tölcserben *r* csíráznak a nedves magvak, amelyeknek hőmérsékletét a harang szájába *W* erősített hőmérő *t* mutatja. (Sachs.)

Első pillanatra visszásnak tűnik fel, hogy ime, a lélekzés folyamata az asszimilálás munkáját csökkenti. Pedig a lélekzés fontosságát éppen ez igazolja, nevezetesen az asszimiláláskor, amint láttuk, a fénytől nyert energia halmozódott fel a megalakult vegyületekben és abban maradt lappangva, míg most a lélekzés, illetőleg oxidálás folytán felszabadul az energia és az élet fenntartására szükséges folyamatokra használtatik fel. Végbe megy pedig ez a folyamat a protoplazmán belül, úgy hogy a lélekzés székhelyéül a protoplazmát kell megjelölnünk; bizonyítja ezt az a tény is, hogy a mozgó protoplazma oxigén hiányában megszűnik mozogni. És hogy az így felhasználható energiára csakugyan szüksége van a növénynek, bizonyítja az *intramolekuláris lélekzés*, mely bekövetkezik, ha a növénynek a levegő szabad oxigénje nem áll rendelkezésre és mégis szén-sav kilélekzése van jelen; ez esetben a növény saját vegyületeiből magából kell származnia az oxigénnek és a szénnek, vagyis ez a lélekzés levegő nélkül is bekövetkezik, ami kivált a számos alsóbb-rangú növényen, gombákon, baktériumokon gyakori, miért is *anaëroboknak* nevezzük őket, de bekövetkezik a virágos zöld növényeken is. Az ilyen intramolekuláris lélekzést sokáig is elbírja némely aërob növény is, mindaddig, míg a szükséges oxigént adó vegyületek megvan-

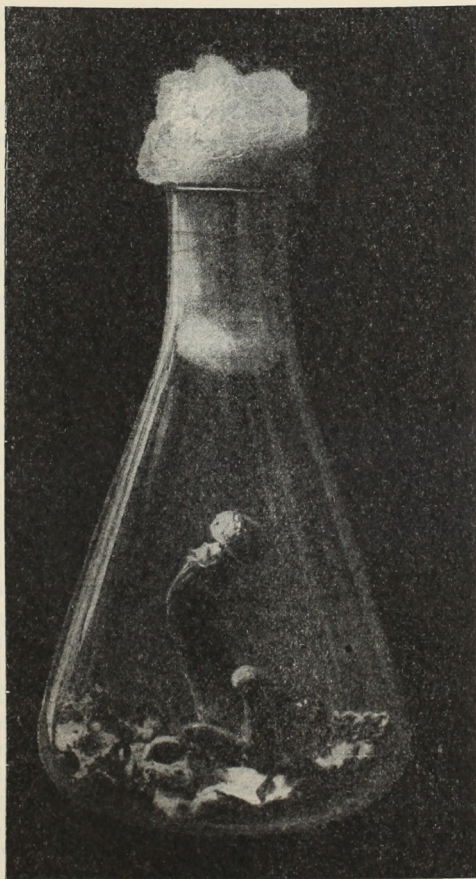
nak, végül, ha ezek is kimerülnek, az illető növény vagy növényrész elpusztul. Az intramolekuláris lélekzés folyamán összetettebb vegyületek bomlanak egyszerűebbre. Ugyanilyenféle szétesést, illetőleg meghasadást tapasztalunk az erjedő folyadékokban. Ezekben az erjesztők és pedig a határozott alakkal bíró *fermentumok*, mint aminők a *Saccharomyces*-fajok, továbbá némely gomba, végül a zymogen baktériumok bírnak szereppel. A legismertebbek közül való a *sör-élesztő* (52. ábra), amely életműködése alatt a tápláló folyadékban levő szőlő-cukrot alkoholra és széndioxidra bontja. Amennyiben ez a szétbontás bizonyos energiaszabadulással jár, ugyancsak a lélekzéssel hozható kapcsolatba, amennyiben az erjesztő a levegővel való érintkezésekor a növekedésre és szaporodásra nagyobb anyagmennyiséget használ fel.

Mindezek a folyamatok bizonyos mennyiségű energiát szabadítanak fel, ami bizonyos jelenségekben nyilvánul meg, ilyen pl. a melegfejlődés. Minthogy pedig a lélekzési folyamat kémiai szempontból csupán csak oxidáció, ennél fogva melegfejlődéssel áll kapcsolatban. A növényeken ezt az aránylag csekély hőt nem vesszük észre, mert nagy felületük kisugárzása, továbbá a párolgás lekötése sok hőt emészt fel. Ha ezt a kettőt megakasztjuk, úgy az élénken lélekző szervek felmelegedése könnyen kimutatható, pl. csirázó borsón egészen 20°C -ig (330. ábra); még nagyobb a felmelegedés pl. a *kontyvirág*-félék virágzatát körülfogó buroklevélen belül, ahol a hőmérsék 10– 20°C -on is felülemelkedik a nagymértékű lélekzés folytán. A *Victoria regia* virágzásakor is virágában 15°C -al magasabb a hőmérsék a levegőénél.

A lélekzéssel nem függ ugyan össze, de ugyanazon feltételek közt jelentkezik sok növényen a fénylés, *foszforeszkálás* jelensége, amelynek legismertebb példái a tengerben vagy a rothadó fákön vagy húson élő *baktériumok*, a mézszínű galóca, *Armillaria mellea* myceliuma (331. ábra), a *rhizomorpha*, továbbá a *Polyporus sulphureus* és más külföldi gombák myceliuma. *Molisch* szerint a marhahúson háromszázalékos sóoldatban való áztatás után alacsony hőmérsékben jelentkezik a fénylés. A fénylés csak az oxigén jelenlétében mutatkozik és a lélekzést elősegítő körülmények közt mind jelentékenyebb. Ellenben a *Schistostega*-moh és más növények fénylése egészen más, egyszerűen fizikai jelenség, pl. csak egyszerű reflexió a *Schistostega* fénylése (332. és 333. ábra).

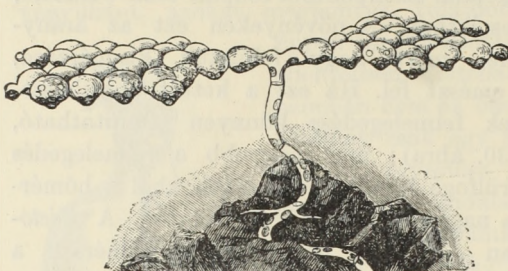
A növények sorában az energiaforrásnak még más, az eddigiektől eltérő alakjaival is találkozunk, az úgynevezett *sulfo*- és *nitrobaktériumok* sorában.

A talajban található kén egy része a fehérje rothadásából származik kénhidrogén (H_2S) alakjában. A kénhidrogén sorsáról a talajban az úgynevezett kénbaktériumok (szulfobaktériumok) gondoskodnak. A szulfátokat oldva tartalmazó álló-, sós- és édesvizek iszapjában élő *Beggiatoa* nevű hasadógombáknak sejtjeiben (334. ábra) kénszemeket találni nagy mennyiségben,



331. ábra. A mézszínű galóca (*Agaricus melleus*) tiszta tenyésztete Erlenmeyer-üvegben három fejlődő termőtesttel. (*Molisch*.)

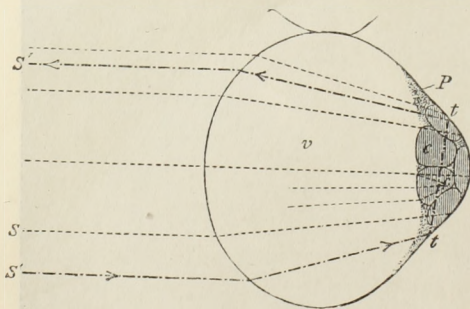
amelyekről *Hoppe-Seyler* kimutatta, hogy a kénhidrogén oxidációjából származnak ($\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{H}_2\text{O} + \text{S}$). A kénhidrogént a *Beggiatoa* nem nélkülözheti, éppen azért nem nélkülözheti a szükséges oxigént sem, amelyből egy bizonyos megfelelő mennyiség alkalmas számára. Az



332. ábra. A *Schistostega osmundacea* protonemája. A lencsealakú sejtek a termőhely gyenge fényét a klorofillszemecskékre gyűjtik. (Strasburger.)

testének gyarapítására csak nagyon kevés organikus táplálékra van szüksége. A kénbaktériumokhoz csatlakoznak az úgynevezett *vasbaktériumok*, amelyek ferrooxidot (vasoxidult) ferrioxiddá (vasoxidá) dolgoznak fel energianyerés végett. Ezek volnának azok a lények, melyeknek munkája hozná létre a vasas vizek pelyhes csapadékát. Ujabb az előbbi kutatók erre vonatkozó eredményeit nem erősítették meg.

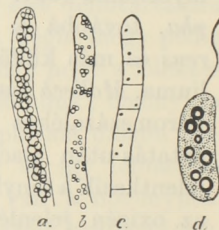
Ezekhez sokban hasonló munkát végeznek azok a hasadó gombák, amelyek az autotroph növények számára alkalmas nitrogén táplálékot hoznak létre. Nevezetesen a már említett fehérjefélék bomlásakor szabad nitrogén vagy ammónia alakjában jut a talajba a nitrogénvegyület. De van még más módja is annak, hogy a talajba a nitrogén mint ammónia jusson, amiben ismét a mikroorganizmusok munkálnak közre. Akármiként keletkezett legyen is az ammónia, — a talajtól abszorbeáltatik, — de a zöld növények nem veszik fel szívesen, vagy csak nagyon csekély mennyiségben. De nem is marad meg a talajban az ammónia sokáig, mert



333. ábra. A *Schistostega* világító protonemasejtje. *v* a sejt, *c*, *c* klorofill-szemecskék, *pl.* plazma, *S* sugarak; *S'* *S'* a sejt hátsó részére *tt* eső és teljesen visszavert sugarak. (Strasburger.)

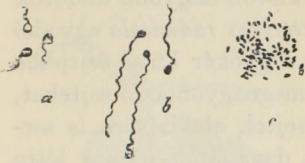
gójúak, az utóbbiak, a nitrátbakteriumok inkább pálcikaszerűek (335. ábra). Amidón ezek a nitrogént ily módon oxidálják, az organikus vegyületeket nem igényelik, sőt kerülnek, mint ártalmast; ezek a nitrobaktériumok képesek szénsavból organikus vegyületeket alkotni és ily

marad állandóan a sejtekben, hanem el-elűnik, és pedig olyképp, hogy a kén oxidáltatik és a keletkezett kénsav jóformán már a sejtben szétbontja a karbonátokat és mint gipsz vitetik tova. Ebben az átalakulásban tehát a kén jóformán tartalékanyagként szerepel. A kénhidrogénnek kénsavvá való oxidálásakor energia szabadul fel, amely ugyanazt végezi, mint a lélekzés-kor felszabaduló energia, vagyis a kénbaktérium a H_2S oxidálása folytán a lélekzésnél más növényektől felhasznált organikus vegyületeket megtakarítja, miért is a saját



334. ábra. Kénbaktériumok. *a*—*c* *Beggiatoa* kénbaktériumok, *a* egészen tele, *b* részben kénét vesztett sejt 24 órán át kút vízben való tartózkodás alatt, *c* további 24—48 órán át kénhidrogéntől mentes vízben való tartózkodás után. *d* *Chromatium Okenii* piszkos rózsaszínű bíborkénbaktérium. *a*—*c* 1000-szer nagyítva (Winogradski), *d* 900-szor nagyítva. (Zopf.)

módon úgy viselkednek, mint a klorofilos autotroph növények. De míg ezeknél az organikus vegyület alakulására szükséges energia a napfénytől származik, addig a nitrobaktériumok a szükséges energiát az ammónia oxidálásából nyerik. És ily módon ezek is, mint a kén- és vasbaktériumok, anorganikus anyagokat használnak fel a lélekzéskor az energianyerés szempontjából.

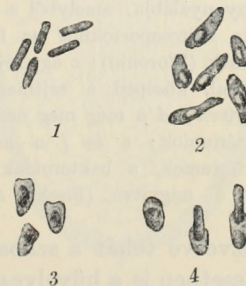


335. ábra. Nitritbaktériumok.
a Nitrosomonas europaea,
b N. javanensis, c Nitrobacter
(nitrátbaktérium). 1000-szer
nagyítva. (Winogradski.)

És amennyire érdekesek ezek, mint a táplálkozásnak és lélekzésnek sajátosságos eltérései, és mint a körülményekhez való alkalmazkodás szertelen példái, annyira fontos különösen a nitrobaktériumok munkája a növények táplálkozása tekintetében, amely nélkül az autotroph zöld növények aligha lennének képesek a földön ilyen jelentékeny módon elterjedni, hiszen ezek még a meztelen mészsíklákon is megtelepednek és a csapadékkal hozzájuk jutott ammóniát is kihasználják és megbontva a meszet, a magasabbrendű növényeknek hozzáférhetővé teszik.

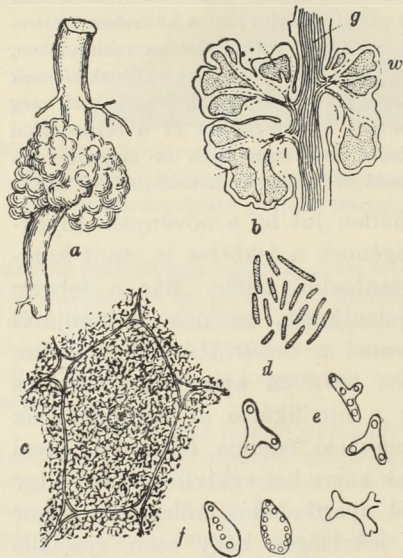
A nitrogén azonban nemcsak a vázolt módon jut be a növények anyagcseréjébe, mert lehetséges még a szabad nitrogénnek a lekötése is, amit komplikál még a nitrogénnek vegyületeiből való szabaddá tétele. Már a fehérje bomlásakor ammonia mellett szabad N is jelentkezik, aminek a módjáról még keveset tudunk. Némileg ismertebb ennél a *denitrifikáció* folyamata, amelynek eredménye, hogy a nitrát nitrátté, ez továbbá ammoniává lesz és ebből szabadul ki a le nem kötött N. Amint a nitrifikáció az organizmusok számára energiát szolgáltatott, úgy a denitrifikáció energia felhasználásával jár. A denitrifikációnál is a baktériumok járnak közre kétségtávol olyképp, hogy a lélekzéshez szükséges oxigént a nitrátokból nyerik, valószínűleg még akkor is, amidőn szabad O áll rendelkezésükre, sőt lehetséges, hogy ezen speciális denitrifikáló baktériumokon kívül vannak olyanok is, amelyek ezt a munkát csak bizonyos külső körülmények közt végzik. Amint azonban a denitrifikáció a nitrogént vegyi kötéltől megfosztja és ily módon a növényre nézve táplálék-jellegétől is megfosztja, a talaj termékenységét is csökkenti.

Ezzel a folyamattal ellentétben áll, amint már említém, az a jelenség, amidőn a levegő szabad nitrogénje kerül bele a növények táplálékanyagába. Ez többféle módon eshetik meg. Elsősorban a talajban élő organizmusok közül a *Clostridium Pasteurianum* nevű anaërob baktérium képes erre (336. ábra), amellettt hogy vajsavas erjedést idéz elő, különösen ha más baktériumok vagy alsóbbrendű organizmusok az oxigént elfogyasztják. Magának a nitrogén asszimilálásának módja ismeretlen, bizonyos azonban, hogy a nitrogén főleg oldatlan organikus vegyület alakjában jelenik meg. A sok egysejtű alga által lakott talajban a nitrogén lekötése felette gyors, amiből következik, hogy a moszat és a *Clostridium* valaminő társas viszonyban állanak, amennyiben a moszat lekötött nitrogént kap a *Clostridiumtól*, ez



336. ábra. *Clostridium Pasteurianum* nitrogént asszimiláló vajsavas baktérium. 1 vegetáló pálcikaalakúak; 2 spórát tartalmazó orsóalakúak; 3 felrepedtek spórával; 4 csirázó spórák még a felrepedt sejtfalon belül. 1000-szer nagyítva. (Winogradsky.)

pedig oldott szénhidrátokat az algától. Másodsorban a hüvelyes növények azok, amelyek bizonyos baktériumok közvetítésével képesek a szabad nitrogén felhasználására. A hüvelyes növények gyökerein ugyanis kisebb-nagyobb dudorok keletkeznek (337. ábra), amelyeket a talajban levő *Bacterium radicicola* egyedei okoznak olyképpen, hogy a gyökér hajszálképletein át a gyökér külső sejtjeibe jutnak és ott szaporodva, nemcsak hogy megtöltik a megnagyobbodó sejteket,



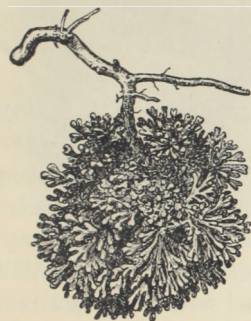
337. ábra. A *Lupinus* baktériumlakta gyökérgumócskája. *a* gyökérgumó természetes nagyságban (Woronin); *b* ugyanannak hosszanti metszete; *g* a gyökéredény nyálábja, amelyből a baktériumlakta sejtszoptokhoz *w* finom ágak mennek (Woronin); *c* egy sejt baktériumokkal, középen a sejtmag, 600-szor nagyítva; *d* a még meg nem változott baktériumok; *e* és *f* a megváltozott baktériumok, a bakteroidák. 1500-szor nagyítva. (Fischer A.)

hanem még újabb sejtek alakítására is serkentik, minélfogva daganatok jönnek létre (mycodomatiumok, 87. ábra). Úgy tetszik azonban, hogy a különböző növényeknek, talán génuszoknak más és más fajta baktériumok vagy legalább is azoknak biológiai tekintetben alkalmazkodott különböző fajtái felelnek meg. A baktériumok eleinte a növény nyújtotta szénhidrátokból élnek, később azonban regenerálódnak, amennyiben nagy gömbölyű vagy elágazó, fehérjevegyületekkel bővelkedő, a rendes baktériumalaktól eltérő különböző alakokká lesznek, amelyeket bakteroidáknak neveznek (337. ábra *d—f*), és amelyeket azután a hüvelyes növények éppen magérés idején felhasználnak, kis részük azonban a gyökérben megmarad, hogy a talajban áttelelve és valószínűleg ismét normális baktérium-alakot öltve, a jövő évre újra fejlesszen a hüvelyesek gyökerein gumócskákat. A nitrogén felhasználási módja még nem ismeretes, tudjuk azonban, hogy a kergén át a levegő bejuthat a gumócskák belsejébe, ahol meg is köttetik a levegő nitrogénje és hogy a gumócskák, de ezek útján azután az egész növény is, nitrogénben gyarapodnak, amely máshonnan nem származhatik, mint a gumócskáknak baktériumkészítette anyagából.

Közvetve tehát a szabad nitrogén nyerését bebizonyítottanak vehetjük. Ebben az esetben is a hüvelyes növény szolgáltatja a baktériumnak a szénhidrátot, a baktérium pedig a hüvelyes növénynek a fehérjét. Vagyis a két lény egymással kölcsönös viszonyban van, amit *symbiosis*nak, *együttélés*nek nevezünk.

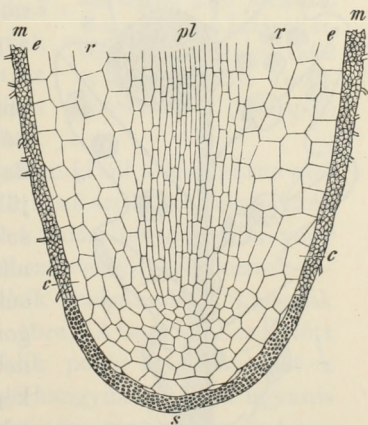
Tágabb értelemben mindennemű vonatkozást az élőlények közt *symbiosis*-nak mondunk, így a rovarok és virágok is symbiosisban élnek egymással. A rovarok és a virágok, illetőleg a növények között megvan a leghatározottabb alakban az egymásközi vonatkozás (187—188. l. 202. és 206. ábra), amennyiben a virágoknak a rovaroktól való megporzása úgy a rovarokra mint a virágokra nézve szükséges, sőt sok esetben nélkülözhetetlen. A sym-

biosis kétségtelenül ebben az esetben is előnnyel jár a két társra, éppen úgy, mint a zuzmó-félékben a gomba és moszat közti vonatkozás (68. ábra). Itt a két egymásra utalt lény között a táplálékok kicseréltetnek a hüvelyesekhez hasonlóan, miért is ezt a *tipikus* (conjunctivus) *symbiosis*-nak mondják, ellenben a rovarok és virágok közti symbiosis a *disjunktivus symbiosis*. A hüvelyesek gumócskáiban, továbbá a zuzmókban is a két lény, moszat és gomba közötti kölcsönösség teljes, ámde sokan gyanakodtak, vajjon ezekben az esetekben is az egyik társ a másik rovására és belőle is táplálkozik, amidőn az *elősködés* (parazitáskodás) esete merülne fel, mely a *mutualisztikus* symbiosissal ellentétben *antagonisztikus* symbiosisnak nevezetik. A mutualisztikus symbiosisnak kell tartanunk ezek szerint azt a vonatkozást is, melyben a *Clostridium Pasteurianum* és a vele kapcsolatban tenyésző baktériumok állnak egymással.



338. ábra. A mézgás éger mycodomatiuma. Természetes nagyság.

A hüvelyesekre emlékeztető jelenséget találunk még az *ezüstfa* (*Elaeagnus*) és az *éger* gyökerein, melyek daganatai valószínűleg működésükben is hasonlóak az előbbiekhöz (338. ábra). Ezekből a jelenségekből kiindulva, arra a következtetésre jutottak, hogy a virágos növények legtöbbje ily módon szerzi meg vegyületei számára a nitrogént. Ez azonban a fehérjében bővelkedő fűfélék és keresztesek tanulmányozása alapján hamisnak bizonyult. Igaz ugyan, hogy még más virágos növények is, amelyek a gombával társulnak, meg tudják szerezni maguknak a szükséges nitrogént. Ebben a tekintetben az úgynevezett *mykorrhiza* jelensége figyelemreméltó, amelyben a gomba myceliuma és a virágos növények gyökerei társulnak symbiotikusan. A *mykorrhiza* két formája ismeretes, az *endotroph* és az *ektotroph*. Az *endotroph mykorrhiza* az *Orchideák*, *Ericaceák* közt van elterjedve (74., 86., 103. ábra). A kevésbé ismert gombák myceliuma a gyökök sejtjeibe hatolnak, ott szaporodnak, anélkül hogy a gyökér sejtjei elhalnának, jóllehet egyes sejtekben a protoplazmát felhasználva, oly módon fejlődnek, hogy szaporodjanak, illetőleg a jövő év tenyésztéről gondoskodjanak. Valószínű, hogy a gomba működése folytán a szabad nitrogént veszi fel a növény, vagy legalább olyan nitrogéntartalmú vegyületekhez jut, amelyeket maga egyedül különben elegendő mennyiségben nem tudna megszerezni. Nem valószínűtlen azonban, hogy általában a gombával való társulás esetleg a televényből szerzi meg a megfelelő nitrogénvegyületeket és a virágos



339. ábra. [A gyertyán mykorrhizás gyökere hegyének hosszanti metszete, m a gombafonalak rétege, e-e a fejletlen gyökér kéregsejtrétege. Nagyítva. (Frank.)

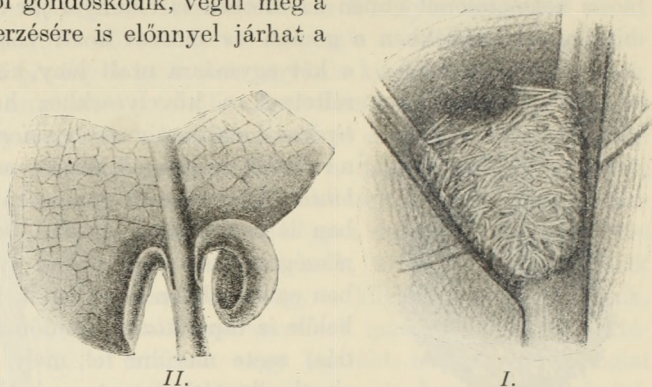
növény a szénhidrátokról gondoskodik, végül még a hamualkatrészek megszerzésére is előnnyel járhat a mykorrhiza. Az *ekto-troph mykorrhiza* a *Monotropán* felfedeztetve, konstatáltatott a kupacstermő, nyírféle és toboztermő fákon, melyeken a gomba a gyökeret, különösen annak hegye felé eső részét sűrű fonadékkal közrefogja és csak itt-ott jut egy-egy myceliumág a gyökér külső sejtjei közé. Az ilyen

gyökerek nem fejlesztenek hajszálképleteket, minélfogva a táplálóanyagok és a víz csak a mykorrhizának a közvetítésével juthatnak a növénybe (74., 339. ábra).

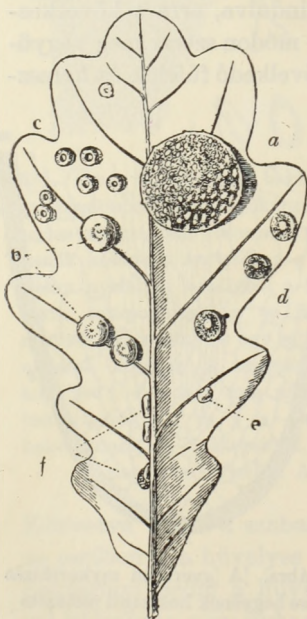
Különb en pedig a társulás adta előnyöket illető kérdések még kevésbé

tisztázódtak. Sőt nem lehetetlen, hogy a symbiosis a két lény között nem mindig mutualisztikus, hanem lehetséges, hogy könnyen antagonisztikussá válik, amennyiben a gomba lehet élősködővé, pl. a zöld növényeken, vagy pedig a virágos növény élősködik a gombán, mint valószínűen a *Monotropa* esetében. A symbiosisnak különben kitűnő példája a zuzmó, amely tudvalevőleg a gomba és a moszat társulásából alakult meg. Ezeknek egymáshoz való viszonyát, dacára annak, hogy régóta tudott, még sem ismerjük kellően. A két lény kölcsönösségét ismerik el sokan, azt tartván, hogy miután bizonyos zuzmókat alkotó moszatok pepton-növények, a gomba a társulásban peptont ad, viszont a moszat szénhidrátokról gondoskodik. Mások ismét nem tartják lehetetlennek, hogy a gomba élősködik a moszatokon, de olyképpen, hogy csak a végső esetben pusztítja el őket, addig pedig fejős tehénként használja ki, és ily módon a gomba a moszatot rabszolgaként tartja lekötve. (Helotismus. 68. ábra.)

A tágabb értelemben vett symbiosis tehát az úgymondott disjunktívus, minőt találunk a virágok és az őket beporozó rovarok közt (185. lap), megvan az Acarusok és a levelek közt, melyeknek felületi üregei, az acarodomatiumok, kis állatok lakásául szolgálnak; ez utóbbi mutualisztikus symbiosis,



340. ábra. I. A hárs levélfonákának érzugában, II. a kocsányos tölgy levélalapjának visszahajlása folytán alakult domatium. (Lundström.)



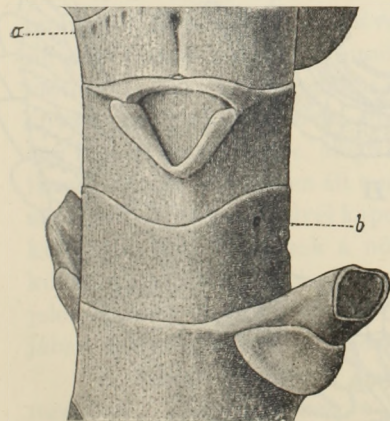
341. ábra. Cynips-gubacsok a kocsányos tölgy levelén.

a Cynips scutellaris, b C. divisa, c Neuroterus Reaumurii, d N. Malpighi, e Biorrhiza renum, f N. ostreus.

Természetes nagyság.

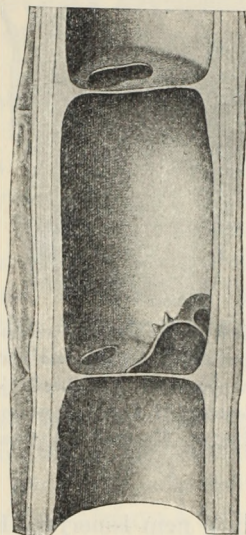
amennyiben a domatiumok apró lakói a levélre hullott gombaspórákat elpusztítják (340. ábra). Symbiosisban élnek a gubacsdarazsak a gubacsot fejlesztő növényvel, melyen a gubacsok éppen az állat előidézte sebezés, illetőleg inger folytán nőnek és így antagónisztikus symbiosisban állnak. (341. ábra.)

Disjunktívus symbiosis áll fenn a növények és hangyák közt is. Rég ismert körülmény, hogy a hangyák nagy előszeretettel keresik fel a növényeket, különösen pedig azokat, amelyek a virágon kívül álló (extrafloralis vagy extranuptiális) mézfejtőből cukros váladékot nyújtanak nekik, aminek fejében megvédik őket a különböző állatok ellen, úgy hogy ez esetben mutualisztikus symbiosist kell látnunk. Még nagyobb mértékű ez azokban az esetekben, ahol a két lény különválása nem jelentékeny, amennyiben az egyik nyújtotta lakás köti őket egybe. Ezt találjuk az úgynevezett *myrmecophytákon* vagy *myrmecophil* növényeken. Jóllehet nem szabad minden olyan növényt, melynek üregeiben a hangyák tanyát ütnek, *myrmecophil* növénynek tartani, mert hiszen tudvalevőleg a hangyák ezeket az üregeket még élettelen tárgyakon is felkeresik. Igazolja ezt az a tény is, hogy a *myrmecophil*nak tartott *Myrmecodia tuberosa* növényt Treub a hangyák teljes kizárásával is felnevelhette. Másként van ez a jellemző domatiumokat nyújtó *Cecropia adenopuson*, amelynek szövetileg előképzett helyét a hangyák áttörik és az



343. ábra. A *Cecropia adenopus* fiatal szárának darabja. A szártagon a hangyák bejárója, *a* még át nem törve, *b* már áttörve. A levélnyel alapjának alsó oldalán a hangyákat tápláló testecskékkel.

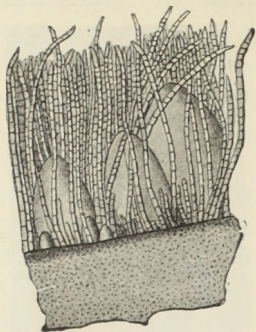
Természetes nagyság. (Schimper.)



342. ábra. A *Cecropia adenopus* fiatal kettéhasított szárának fele darabja a szártágban levő üregekkel és a csomókban hangyák áttörte keresztválaszfalakkal és építményeikkel. Természetes nagyság. (Schimper.)

üres szártágokban laknak (342. és 343. ábra). A szártágokon kívül a levélpárna alsó részén szörszálak közt sajátságos testecskék fejlődnek, amelyek valószínűleg gyanta- vagy nyálkaleválasztó szervekből keletkeztek. — Ezek a testecskék szolgálnak a hangyák táplálékául (344. ábra). A *Cecropiához* kötött hangyák megvédik pedig a *Cecropiákat* a pusztító levélvágó hangyáktól. Ezek ugyanis *Müller Alfréd* kutatása szerint ismét bizonyos gombával (*Rozites gongylophora*) élnek symbiosisban. A levélvágó hangyák és rokonaik ugyanis a szétvagdalt leveleket lakásaikban meggyűjtik és a nevezett gombát jóformán tisztán tenyésztik rajta. A gomba a levélhulladékon buján tenyészik és táplálja a hangyákat, amelyek tehát ilyenformán *gombáskerteket* tartanak maguknak. Neve-

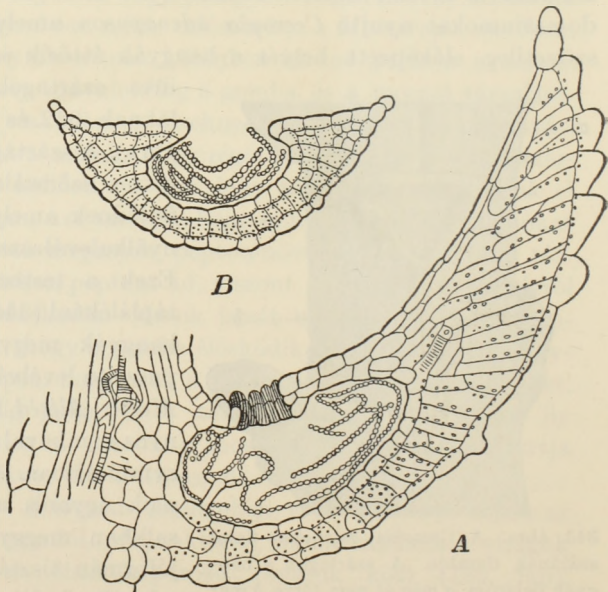
zetes, hogy ezek a hangyák képesek a gomba fejlődését szabályozni is, amennyiben a gomba rendes termésének fejlődését megakasztják és a mycelium folytonos megsértésével rendellenes myceliumképződést (kalarábé halmazcskákat) idéznek elő, amelyek a hangyák táplálékát teszik. A hangyaállam tagjai gondoskodnak a tenyészet tisztaságáról is, mert idegen myceliumokat szorgalmasan kigyomláznak.



344. ábra. A *Cecropia adonopis* levélnyel alapjának bársonyos része különböző fejlettségű Müller-féle testecskével. Kevésbé nagyítva. (Schimper.)

még nem ismerjük. Ezekben az esetekben megvan ugyan a konjunktivitás, de az összefüggés nem világlik ki.

Ezzel ellentétben ismerünk disjunktívus symbiosist, melyben a térbeli elkülönítés dacára megvan az összefüggés, pl. az előbb említett *Clostridium Pasteurianum* és a két aërob baktérium társai közt a szántóföld talajában. — Ugyanilyen symbiosis az, ha a talajban ugyanazon helyen, de egymás mellett a *Clostridium* és a moszat támogatják egymást kölcsönösen anyagcseréjük termékeivel. Sőt még symbiosisnak tarthatjuk azt is, amidőnszervezetek ugyanazon talajban, de egymásután jelennek meg, előkészítve, illetőleg támogatva egymás működését. Ezt a jelenséget *metabiosisnak* nevezik. Erre példát soroltam fel már az előzőekben is, amidőn a kénbaktériumok, nitrobaktériumok anyagcseréjére, azután a nitrogén asszimilálására és



345. ábra. *Azolla filiculoides*. A levél A keresztmetszete, B hosszanti metszete a karélyok alkotta üreggel, melyben *Anabaena Azollae* kolóniák láthatók. (Strasburger.)

végül a szén asszimilálására említettem meg a növényeket. Ezeknek metabiosisa meggyőzhetett arról, hogy a kémia tanúsága szerint is az anyagok földünkön nem semmisülnek meg, hanem az anyagok éppen a szervezetek egymásután következő különböző anyagcseréje folytán folytonos vándorlásnak vannak alávetve.

Az anyagoknak ez a vándorlása, mint különben a növények táplálkozásának egésze is, különösen a gyakorlati mezőgazdákat és a kertészeket kell hogy érdekelje, hiszen fáradozásuk eredménye függ éppen a növényeik helyes és megfelelő táplálkozásától, mert ha az hiányos, úgy bizonyára a termés is kisebb lesz. És amennyivel jutányosabban tudják megszerezni a táplálékanyagokat, annál olcsóbban tudják majd a termést előállítani, ami viszont az egész emberiség állandó érdeke. A gazdák ezt az érdeklődését akarja kihasználni az ipar a legkülönbözőbb anyagok kínálásával, mint aminő pl. az alinit, állítólag nitrogént asszimiláló baktériumokból (*Bacterium Ellenbachensis*) álló készítmény, holott ez a képessége még felette kérdéses.

Éppen ezért a gazdák a növények táplálkozásának ismeretét csak úgy fogják saját érdekükben kihasználhatni, ha megismerkednek a táplálékokat tartalmazó talajjukkal akár kémiai úton is és azután a növényük szükségelte és a talajba helyezendő táplálékról, — melynek sorában az istállótrágya a fontosabb, a kísérletezés útján nyernek útmutatást és tájékozódást.

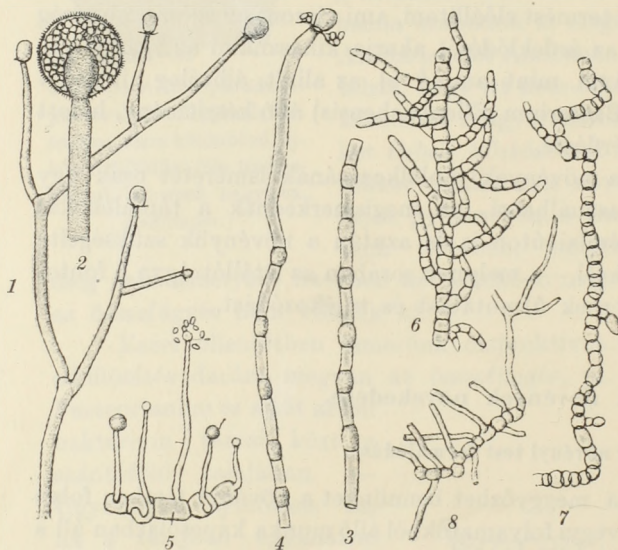
II. A növények növekedése.

1. A növényi test formálódása.

A növények táplálkozása meggyőzhet bennünket a növényi testben folyó munkáról. Kétségen kívül ez a vegyi folyamatokból álló munka kapcsolatban áll a növényi testnek más nemű munkájával, legyen az akár a növényi test alakjának változása, akár helyzetének vagy részei helyzetének változása. A növényi test anyagának, alakjának és az energiának a változása az élő növényen együttesen, egy időben mehet végbe. Megismerkedve a növényi test anyagának változásával, lássuk legközelebb miben áll a növényi test alakváltozása, amelynek jelenségeit a növekedésnek jelenségeivel kapcsolatban tárgyalták régebben a tudósok; újabban különösen Jost és mások a növekedésnek az alakváltozással járó jelenségeit különválasztják a növekedés folyamán nyilvánuló energia átalakulásával járó jelenségektől, vagyis a növények mozgásától. Ebben az ismertetésemben nagyjában különösen Jost felfogását követem.

A *Mucor racemosus* penészgomba a legkülönbözőbb táplálóanyagokon megélhet; ha a testéhez, a myceliumhoz, hozzáfér a levegő, úgy a többi penészek módjára fejleszti spóráit, ellenben ha folyadékba van besülyedve myceliuma, akkor a levegőbe nem nyúlnak ki egyes ágai, hanem a folyadékba alámerült mycelium fejleszt másnemű szaporodási szerveket és pedig a táplálóanyag mennyiségének megfelelően vagy chlamydosporákat vagy oidiumokat (346. ábra). Közelfekvő a gondolat, hogy a kétféle szaporodási mód a külső tényezők, különösen a táplálék befolyásának következménye.

A magasabb rendű tagoltsággal bíró virágos növény már igen korán gyökérre, szárra és levelekre tagolódik, függetlenül a külső tényezőktől, miért is azt kell elfogadnunk, hogy a test alakját befolyásoló tényezők ez esetben a növény belsőjében vannak. Ezek a tagok fokozatosan alakulnak meg és külső kialakulásuk és belső szerkezetük szoros kapcsolatban áll az azzal a munkával, melyet végezniük kell. Elég legyen ebben a tekintetben a gyökérnek és levélnek már ismertetett munkájára rámutatni, amely erős bizonyossága annak, hogy a tagok szerkezete teljes mértékben alkalmazkodott a végzendő munkához, ami bizonyossága egyszersmind az egyes részek, illetőleg tagok nagymérvű elkülönülésének és a



346. ábra. *Mucor racemosus*: 1 elágazó sporangiumtartója; 2 sporangiuma optikai hosszmetsetben; 3 chlamydosporaképződés rossz táplálkozásakor; 4 alámerült sporangium tartóban; 5 chlamydosporák sporangiumokat fejlesztve; 6 bótáplálkozású mycelium rövid tagokra osztódva szétesőben; 7 bótáplálkozású mycelium szétesett oidiumokkal, amelyek újabb csírázásra készülnek; 8 az oidiumok vegetatív csírázása folyadékban. (Brefeld.)

felette nagy munkafelosztásnak. A növényi testet alkotó tagok, illetőleg az összes sejtek — egyes különleges sejtek kivételével — csak a többiekkel együttesen alkotva egy egészet képesek megtartani munkaképességüket. A részeknek egymásközt való illetlen vonatkozásai *korrelációnak* mondatnak.

A korrelációról könnyű meggyőződést szerezni, ha a növényt egyes részeitől megfosztjuk; ebben az esetben a növény rajta lesz a *regenerációnál*, a *visszaszerzési képességénél* fogva, hogy az elvesztett részt pótolja; úgy látjuk, hogy a leveleitől megfosztott szár leveleket, sőt hogy a gyökerétől és szárától megfosztott levél gyökeret és szárát fejleszt, pl. a *Begonia* levele (347. ábra).

A visszaszerzési képesség teszi lehetővé, hogy a növényi test harmónikusan kialakulva, helyesen oldhassa meg feladatát. A feladat, a munka változásával változik azután az egész test is, megtartva azonban a szükséges harmóniát. A növényi test különösen fejlődése folyamán változik meg alakjában; a fejlődési folyamatra azonban már külső tényezők hatnak. Ezek között áll első sorban a víz, amely szükséges anyaga az élő szervezeteknek és amely nélkül a növekedés sem történhetik meg. A víz azonban kell hogy kívülről vétessék fel és ennyiben függ most a növekedés a külső tényezőktől. A másik tényező a hőmérsék, amelynek jelentőségéről meggyőző bennünket tavasszal a munkára kelő növényzet. A növényi test különböző munkája megkívánja a maga

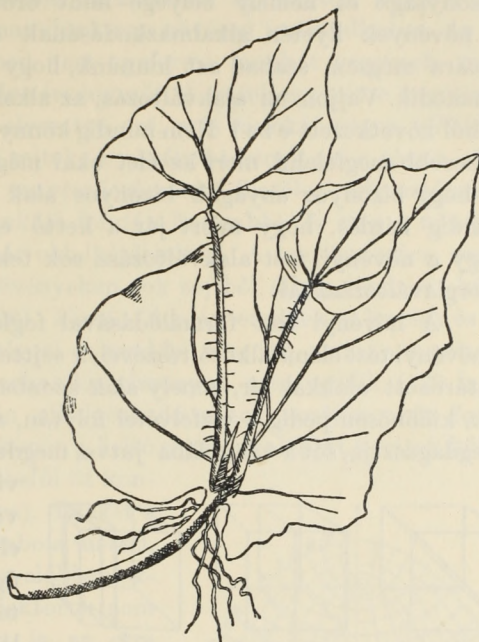
hőmennységet: a bab 9° C hőmérséken kezd csirázni, a hőmérsék emelkedésével (34° C) gyarapodik a csirázás, de a hőmérsék további emelkedésével el-elmarad, végül 46° C hőmérsékleten megszűnik.

Ez a három kardinális pont a minimum, optimum, maximum minden szervezet életjelenségeiben kimutatható.

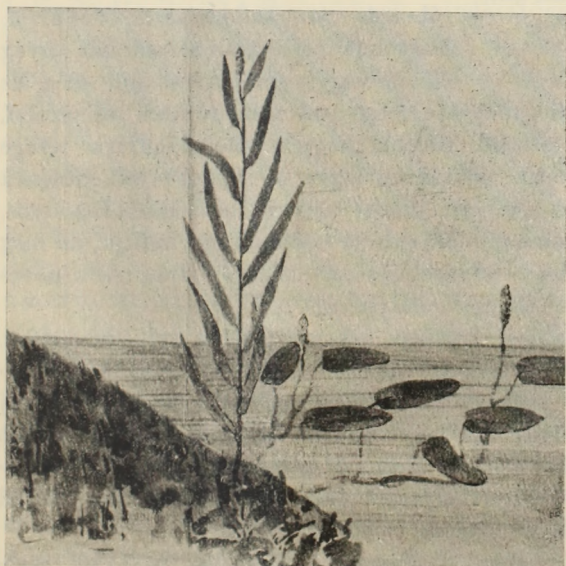
Ez a két külső tényező, a víz és a hőmérsék, a növények fejlődésében nélkülözhetetlen formális feltételek, amelyek megkülönböztetendők a külső külörleges alakító (formativus) hatásoktól, amelyekre a virágos növények is példát szolgáltatnak.

Általánosan ismert jelenség, hogy a növények termőhelyeikhez megfelelően alkalmazkodtak. Különösen élesen bizonyítják ezt a xerophyta (116. ábra) és a hydrophyta

(204. ábra) növények, amelyek a száraz talajon, illetőleg a vízben való élethez al-



347. ábra. *Begonia Rex* levele levélrüggyel és gyökereket fejlesztve. (Chodat.)

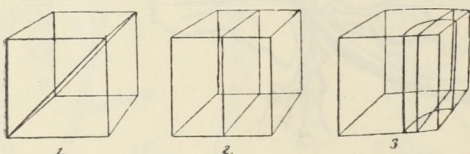


348. ábra. A kételtű keserűfű (*Polygonum amphibium*) szárazföldi és vízi alakja. (Eredeti rajz.)

kalmazkodtak. A szárazhoz és a vízhez való alkalmazkodásnak szép példája a *Polygonum amphibium*, amelynek külön vízi és szárazföldi alakjait lehet megkülönböztetni, sőt a két alak egyazon rhizomán is fejlődhetik (348. ábra). Hasonlót látni a vízi boglárka egyazon szárán is (157. ábra). Ezek a jelenségek bizonyítják a víz alakító erejét, mely végül olyan hatású, hogy az illető növény másnemű életre, mint a vízire, nem is lesz képes, amely alkalmazkodás nem egy egyén életében, hanem a faj fejlődésében mehet végbe; ilyenformán azután a fajok válto-

zékony-sága és némely bélyege mint örökölt tulajdonság bizonyosodik be. A növények ilyenén alkalmazkodásának sok esetét állapították meg, ennek dacára mégsem szabad azt hinnünk, hogy a növény minden tényezőhöz alkalmazkodik. Vajjon az alakváltozás, az alkalmazkodás valamely ki nem derített okból következett-e be? Nem mindig könnyű eldönteni. Erre a kérdésre annál is nehezebb megfelelni, mert az élet okai még teljesen kiderítetlenek. Ha tudjuk is, hogy bizonyos anyagok bizonyos alak létesítését hozzák magukkal, még mindig kérdés, hogy miért jár a kettő együtt? Tapasztalati tény azonban, hogy a növényi test alakváltozása sok tekintetben összefügg a növényi test energiaváltozásával.

A növényi test formálódásával foglalkozva, nem kerülhetjük el, hogy a növényi test elemi alkotó részével, a sejttel is ne foglalkozunk. A növényi sejt határozott alakkal bír, amely alak azonban változik. A sejt nagysága is változik, különösen pedig a vízfelvétel folytán, amely organikus anyagai közé jutva, megdagasztja, sőt a vakuolába jutva, megduzzasztja (225., 284. ábra). Viszont a



349. ábra. A szappanlemez elhelyezkedése a köbszerű rámban; ha a lemezt az átló irányában helyezzük el, el fog tolódni, míg az oldalfalakkal párhuzamosan középre jut, ha pedig az egyik oldalfalhoz közel párhuzamosan állítjuk be, úgy az egyik sarokra húzódik.

(Berchtold.)

víz eltávozásával a nagysága ismét változik. Ha azonban a nagysága a víz eltávozása folytán nem változik meg, úgy az annak a jele, hogy már a sejt teljesen megnövekedett és elérte végleges alakját. A sejt alakváltozása azonban a sejtfal növekedéséhez van kötve, amelyet ismét a protoplazma keletkeztet, fejleszt és növeszt. A protoplazma anyagát gyarapító anyagokról már van tudomásunk, de arról, hogy miként lesz az asszimilált anyag élővé, vagyis miként alakul meg az

új plazma, még semmit sem tudunk, sőt még arra sem tudunk válaszolni, hogy hol nő a plazma? A sejtfalról tudjuk, hogy a plazmahártya rétege választja le és tudjuk, hogy a sejtfal növekedni képes. A sejtfal növekedésének azonban határa is van, amikor is a teljesen kinőtt sejtekről beszélünk. Bizonyos, hogy a növekedés teljesen a plazma munkája, mely nemcsak megindítja, de meg is szünteti a növekedést, továbbá befolyásolja a növekedés módját, sőt a növekedést elősegítő ozmotikus nyomást is szabályozza.

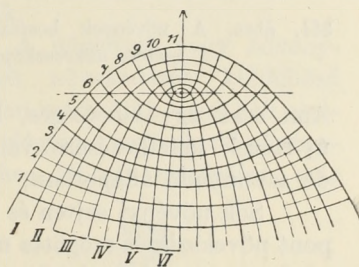
A sejtfalnövekedéssel gyakran karöltve megy végbe a sejt osztódása. (209. lap.) Az anyasejt új sejtfallal való kettéválasztása, ú. n. szakaszolása, határozott törvényszerűséggel megy végbe, amely abban nyilvánul meg, hogy az új falak a *minimális területet* alkotva, úgy helyezkednek el, mint a szappanoldat vékony lemezei valamely rámban. (349. ábra.) Mégis az új falak elhelyezkedése és a folyadéklemezek egyensúlyi helyzetét uraló törvényszerűség közötti megegyezés okaira nem tudunk rámutatni.

A sejtosztódást magát azonban — bizonyos kivételes esetektől eltekintve — mégis a sejtmag befolyásolja, némely más külső és belső tényezőkön kívül.

A sejtosztódáskor keletkező sejtek elválhatnak egymástól, külön-külön életet folytatva vagy pedig együtt maradnak egy növényi testet alkotva. Az ily módon együttmaradó sejtek azonban nem egyforma munkát végeznek, mert a növényi testen a munkafelosztás elve érvényesül. A sejtek egy része megtartja osztódási képességét, a többi pedig elvesztve azt, más munkát végez, előbbiek az *embrionális*, utóbbiak a *somatikus* sejtek. A növényi testnek azt a részét, ahol az osztódó sejtek helyet foglalnak, tenyészőcsúcsnak, illetőleg növesztőcsúcsnak mondjuk. A tenyészőcsúcs munkája folytán hosszabbodik meg a növényi test tengelyrésze, de ez fejleszti a szár oldalképleteit is. A tenyészőcsúcs azonban különösen a magasabb rangú növényeken sok sejtől állva, rendszeren kúp alakú, de lehet más alakú is (280., 281. ábra). Oldalán erednek a levelek és az ágak és pedig bizonyos törvényszerűséggel és renddel, aszerint, amint a tenyészőkúpot befoglaló rügyön belül való mechanikai viszonyok megengedik (129. lap). A virágos növények tenyészőcsúcsán elhelyezkedő sejtek rendjére már *Sachs* mutatott rá. Nevezetesen a tenyészőkúpon a belső sejtek nyalábját a sejtek külső rétegei fogják körül, amelyek körülbelül öt konfokális parabolát alkotnak (281. ábra). Ezeket a parabolákat merőlegesen számos parabola metszi, melyeknek a fókusa és a tengelye az előbbienekkel közös. Ezek az orthogonális trajektorok nem vehetők ki egészen világosan, miért is az erre vonatkozó tanulmányokat *Sachs* egy vázlaton mutatta be (350. ábra). A tenyészőkúp felületével többé-kevésbé egyközösen elhelyezkedő parabolák (I—VI.) a periklinek, a felületre merőlegesen helyezkedők (1—11.) az antiklinek, mindkettőnek közös vonása az, hogy a kisebb számúak elhelyezkedése kevésbé meredek, a nagyobb számúak pedig erősebben görbültek. A növekedés alatt a nevezett sejtsorok további sorsáról még csak nagyon keveset tudunk. Annyi azonban bizonyos, hogy az új falak mindig a már említett minimális felület elfoglalásával állítatnak be.

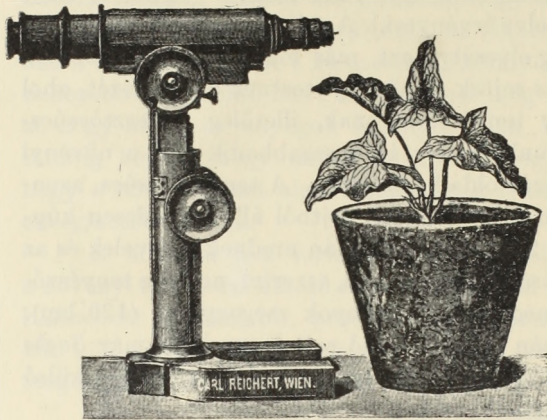
A gyökér tenyészőcsúcsán is megtaláljuk ezeket a parabolákat, amelyek közül különösen a periklinek szabályossága tűnik fel. A tenyészőcsúcs növekedése maga azonban nem csúcsi, mint a száron, hanem interkaláris, amennyiben a szár tulajdonképeni szövetein kívül még a gyökérsüveget is fejleszti, mely a csúcsot oldalról is körülfogja egy darabon (282. ábra).

Ezen a különbségen kívül még elűt a gyökér a szártól az elágazás módjában is, amennyiben rajta csakis gyökérág fejlődik, amely a tenyészőkúptól hátrább, a test belsejében ered és tör ki, vagyis endogén módon fejlődik (77. ábra). Látszólag tehát a gyökérág nem a tenyészőcsúcsból, hanem a már állandó, tehát szomatikus sejtekből származnék, valójában azonban a gyökérág az endodermisen belül elhelyezkedő pericyklusból (perikambiumból) ered (237. lap). A pericyklus sejtjei azonban sokáig megtartják osztódási képességüket és mint a tenyészőcsúcs maradványai fogandók fel, vagyis ilyenformán a gyökérág tenyészőcsúcsa is embrionális sejtekből veszi eredetét. Ebből a tényből megerő-



350. ábra. A tenyészőcsúcs met-szetének vázlata. 1—11. antiklin, I—VI. periklin sejtsorok. (*Sachs*.)

sítést nyer a száron is megállapított az az elv, hogy új testrészek mindig az embrionális rétegekből, illetőleg anyagból erednek, vagyis *Sachs* szerint a növényi



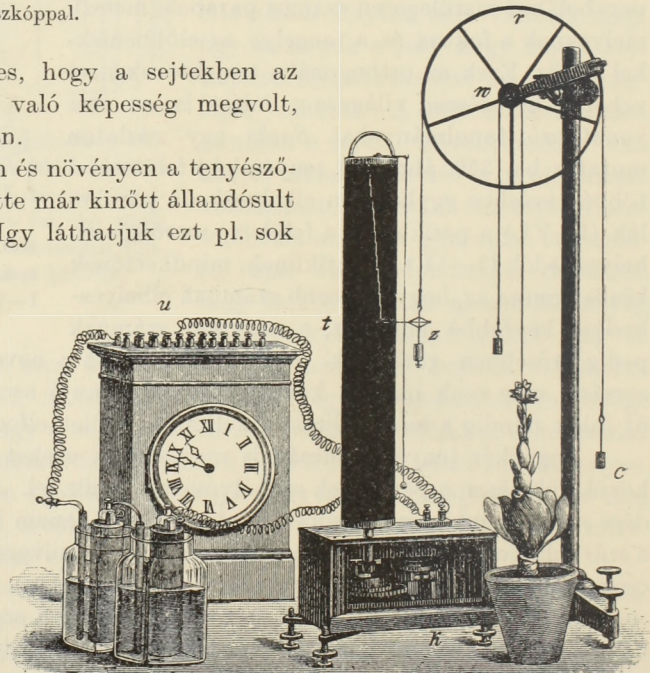
351. ábra. A növények hosszanti növekedésének mérése mikroszkóppal.

testeken az embrionális anyag folytonossága van meg. Hiszen az új növény kezdetét tevő petesejt is az anyanövény tenyészőcsúcsából, tehát embrionális anyagából származik.

De már kinőtt részeken, tehát szomatikus sejtekből is eredhetnek új testrészek. Közönséges példáit látjuk ennek az úgynevezett járulékos módon keletkezett hajtásokon és gyökereken (100., 117. ábra) vagy a *Begonia* levelen (347. ábra).

Ami csak úgy lehetséges, hogy a sejtekben az új részek keletkezésére való képesség megvolt, de szunnyadó állapotban.

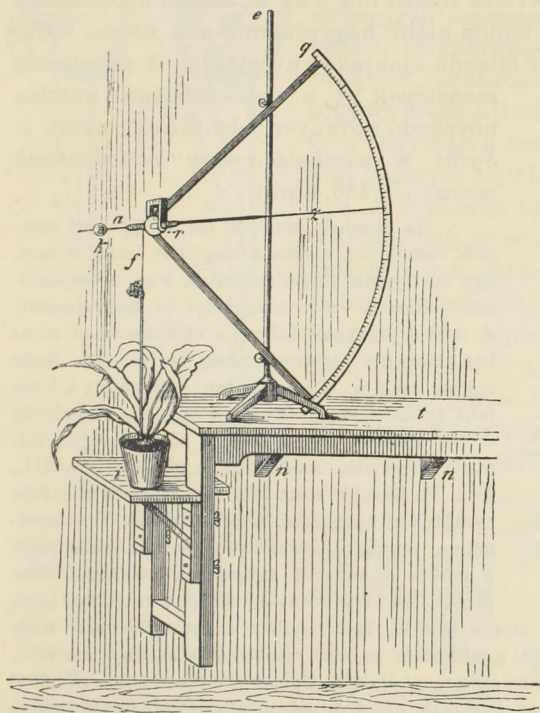
Sok növényi sejten és növényen a tenyészőpont növekszik és mögötte már kinőtt állandósult részletek következnek. Így láthatjuk ezt pl. sok moszaton, gombasejten és a gyökérhajszálakon. A magasabb rendű növényeken a tenyésző-kúp hegye nem vagy csak nagyon kevésbé növekedik, ellenben az alatta kisebb-nagyobb távolságba eső sejtek megnyúlása folytán következnek be a növekedés. — Ilyenformán *Sachs* után a növények növekedésében három *periodust*, illetőleg *szakaszt* kell megkülönböztetnünk. Nevezetesen az *első szakaszban* a tagok kez-



352. ábra. Pfeffer növekedésmérője (auxanometer) elektromos órajelző készülékkel. *r* a hornyolt keréken felfüggesztett selymfonal, melynek egyik végén álló mutatót *z*, a másik végén levő súlyt *c* tartja egyensúlyban. *w* a növényre erősített fonal fut át, a másik végén a fonalat feszítő súllyal, a *K* készülék *C* forgó tengelyére erősített kormozott papirossal borított henger, *u* az óramű különböző időpontokra való kapcsolói. (Pfeffer.)

deményei alakulnak meg; azután a *második szakaszban* a megalakult sejtek megnyúlása következik be és végül a *harmadik szakaszban* a sejtek állandósulása és végleges kialakulása megy végbe. A tenyészőkúp viszonyai az első szakaszba tartoznak, ellenben a növények tulajdonképeni meghosszabbodása a második szakaszt teszi.

A növények növekedésének második szakasza, illetőleg a megnyúlása szemmel láthatólag jelenik meg a magasabb rangú növényeken. A növekedés,

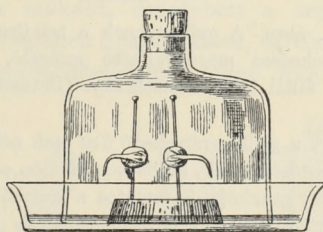


353. ábra. Sachs íves növekedésmérője: *nn* az asztalapot *t* a falhoz erősítő tartók, melyen oldalt az *i* lapon a virágserép van; ennek növényére van erősítve a készülék hornyos korongján átfutó selyemfonal *f*; *e* a készülék állványa, *g* a fokra beosztott ív, amelyen az *r* koronggal közös tengelyre erősített mutató *z* a növekedést jelzi; a mutató kisebb ága *a* mozgatható golyóval *k* a hosszú ág ellensúlyozására szolgál. (Pfeffer.)

(351. ábra). Másnemű növekedésmérő a *Sachs-féle íves mutató* (353. ábra) és a sokféle *auxanometer*, amelyek közül a *Pfeffer-féle* a legismertebb és a legalkalmasabb (352. ábra); ez a többiek módjára megmutatja a növény növekedésének összeségét, de egyszersmind feltünteti az egy adott időben elért növekedésbeli gyarapodást is. A növekedésnek az egyes tagokon való eloszlásáról pedig meggyőződhetünk legalkalmasabban olyképen, hogy az illető részt megfelelő övekre osztjuk, pl. tusvonalakkal. Különösen alkalmasak ilyenféle

illetőleg a megnyúlás lényegében véve abban áll, hogy az osztódásokat bevégzett sejtek elkezdenek nagyobb mennyiségű vízfelvétel folytán, sejtfaik egyidejű felületi növekedése mellett, megnyúlni, amiből következik, hogy a protoplazmájuk nem gyarapodik, hanem a vakuolájuk nagyobbodik.

A növények vagy növényrészek növekedését különböző módon mérhetjük meg. Sok esetben elégséges a növekedő növényrészhez állított *mérőpálca*; már



354. ábra. A gyökér geotrópikus görbülésének megfigyelésére szolgáló készülék. (Detmer.)

pontosabb eredményt ad egy *Pfeffer-féle* fekvőcsővű, úgynevezett *növekedésmérő mikroszkop*, amelynek szemlencséje fokozott

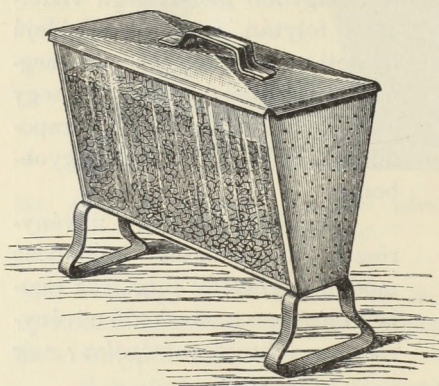
megfigyelésekre a gyökerek, amelyeket vízben, páratelt levegőben (354. ábra), vagy pedig üvegfalú pléhszekrényben figyelünk meg (355. ábra).

*Sachs*ot követve, a gyökeret csúcsától kiindulva, 1 mm.-nyi távolságra tusvonalakkal osztjuk övekre. A tenyészőcsúcs mögé eső öv 8 nap alatt a következő változást mutatta :

Napok	1	2	3	4	5	6	7	8
Gyarapodás mm.-ekben.....	1.8	3.7	17.5	16.5	17.0	14.5	7	0

vagyis az illető öv az első két nap keveset nyúlt, míg a 3., 4., 5. napon tetemeset gyarapodott ; gyarapodása a 6., 7. napon alább hagyott, míg a 8. napon teljesen megszűnt és az illető öv sejtjei állandó alakjukat nyerték el. A növekedés

menetének ez a szakaszossága minden növekedő növényen jelentkezik, miért is *Sachs* a növekedés nagy periodusának nevezte el (356. ábra).

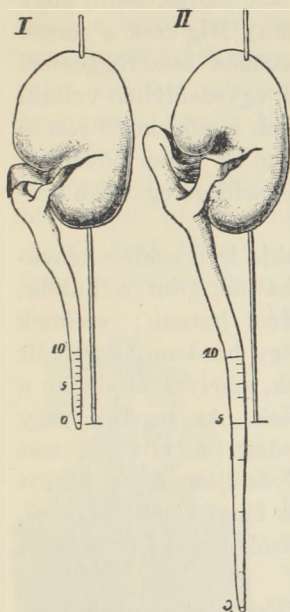


355. ábra. A gyökereknek a talajban való növekedése megfigyelésére szolgáló, üvegfalú bíró cinkszekrény. (Detmer.)

hogy a gyökér növekedő öve csak néhány mm.-t tesz ki, ami azonban a gyökérre nézve nagy jelentőséggel bír, különösen amidőn csúcsával a talajba és a talaj részecskéi közé kénytelen nőni, amely munkája hasonlatos a deszkába ütött szög munkájához. Ebben előnyére válik a növekvő öv rövidege, kihegyesedő csúcsa és hogy az ágai csak hátrább, már az állandósult sejtek övében kezdenek fejlődni, ahol már a gyökeret a talajban való előhaladásában nem akadályozzák. Feltéve, hogy a gyökér növekedését semmi sem zavarja meg, úgy az órák, illetőleg napok folyamán való megfigyelések szerint az egész gyökér növekedésében is keresztülmegy a nagy perióduson. Nagyjában hasonlóan megy végbe a hajtások és a levelek növekedése is, legfeljebb változik a növekedés menete az által, hogy a különböző szártagokon vagy a levélalapon interkaláris növekedés lép közbe, de azért az egész rész keresztülmegy a növekedés nagy periódusán.

A növények gyarapodásának mértéke azonban igen sokféle lehet. Néhány növény vagy növényrész maximális növekedése egy perc alatt következő volt: a fűvek porzószálán 1.8 mm, a bambusz szárán 0.4 mm a *Coprinus* tönkjén 0.225 mm. Ha azonban a növekedés gyorsaságát óhajtjuk megállapítani, úgy a növekedés hosszegységét az időegységen belül kell megállapítani. Büchner a gyarapodást percenként a növekedő öv százalékával fejezi ki: *Impatiens Balsamina* pollenszemecske tömlője 100 százalékot, a fűvek porzószála 60 százalékot, a bambuszhajítás 1.27 százalékot gyarapodott. Sőt a növekedés gyorsasága kifejezhető az idővel, mely alatt a gyarapodás pl. 100 százalékot tesz ki. Ez pedig a fű porzószálán 2—3 perc, a *Vicia* fabán 180 perc alatt következett be. A növekedés gyorsaságából és nagyságából megítélhetjük a növényi test végleges nagyságát, ha ismerjük az illető növényi rész növekedésének időtartamát, amely azonban felette változatos, mert hiszen a *Draba verna* egy tenyészeti idő néhány hete alatt csak néhány cm.-t növekszik, ellenben a napraforgó esetleg 2—3 m-t is

elérhet; némely cserje több éven át növekedve, alacsony marad, pl. a törpe boróka, ellenben a fenyő ugyanazon idő alatt 30—40 m magasságot érhet el. Az ily módon elért nagyság azután az illető faj tulajdonsága éppen úgy, mint egyéb alaki tulajdonságok.



356. ábra. A gyökerek hosszanti növekedési öveinek kimutatása lóbuikköny (*Vicia faba*) gyökerén. *I* a gyökér csúcsa tusvonalakkal 1 milliméternyi tíz övre osztva; *II* ugyanezen gyökér 22 óra után; az övek különböző mértékű növekedése folytán az övek egyenlőtlenül nyultak meg. Sachs.

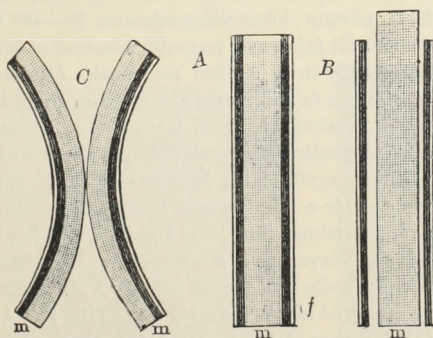
gömbölyödésre, illetőleg a gömbölyűhöz hasonló alak elnyerésére. Mindezeket a változásokat a sejtek ozmotikus nyomása magyarázza meg.

Ha a sejtek különböző csoportjainak illetőleg szövetének növekedése eltér a szomszédokétól, akkor bizonyos mértékben korlátozzák egymást, amely korlátozás a *szövetfeszültségben* nyilvánul meg. Ha a bodzafa vagy a napraforgó fiatal hajtásának belét kiszabadítjuk, úgy kitűnik, hogy a bél meghosszabbodik és a kerületi részek megrövidülnek. Ha pedig

A hosszanti növekedés mellett a legtöbb virágos növény testén még vastagságbeli növekedést is meg kell különböztetnünk, amely azonban fővonásaiban megegyező sajátságokat mutat a hosszúságbeli növekedési tulajdonságokkal, sőt a két növekedés még bizonyos vonatkozásban is áll egymással. Nevezetesen a gyors hosszanti növekedéssel a vastagság csökkenhet és a nagymérvű vastagsággal a hosszúság csökkenhet, ami bizonyos sejtek alaki változásának a következménye. A gyökerek bizonyos szöveti elemei, nevezetesen a kéregsejtek és az edények még élő sejtelemei, eddigél meg nem magyarázott tevékenység folytán megráncosodnak, minek folytán a gyökér vastagodásával együtt megrövidülés következik be. Ennek nagy a jelentősége, mert ezáltal a levélrózsák a törzs hosszanti növekedése dacára a talajhoz szoríttatnak, a növények általában szilárdabban köttetnek a talajhoz (108. lap).

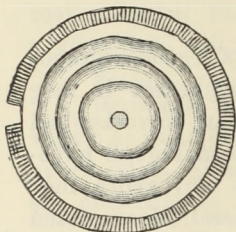
A növekedés nagy periodusának második szakaszát követi a harmadik szakasz, amelyben a sejtek állandósulása, vízmennyiségének gyarapodása, sejtfalainak vastagodása és megerősödése megy végbe. Ezalatt azonban a sejtek alakja is változást szenvedhet, különösen az által, hogy a sejtekben megvan

a törekvés a legömbölyödésre, illetőleg a gömbölyűhöz hasonló alak elnyerésére. Mindezeket a változásokat a sejtek ozmotikus nyomása magyarázza meg.



357. ábra. A szár szövetei különböző mértékű feszültségének előtűntetése. *A* a bél *m*, a fával *f* szoros kapcsolatban egyenlő hosszúságú, *B* a bél a fától megszabadítva megnyúlik, a fa pedig összehúzódik a hosszúságbeli különbséget feltűntetve; *C* a szár a bél közepén hosszában metszve; a metszetfelek kifelé görbülnek a farész összehúzódása és a bél megnyúlása folytán. (Hansen.)

egy fiatal hajtást kettéhasítunk, úgy a hajtás két fele kifelé fog görbülni (357. ábra). És ha egy fiatal ág másodlagos kergét leválasztjuk, gyűrűalakban és ismét vissza óhajtjuk helyezni, úgy azt fogjuk látni, hogy az többé a fát nem éri körül (358. ábra). Míg ezek a részek együtt voltak, addig sejteiknek kölesönös összefüggésénél fogva a különböző irányú feszültségek egyensúlyban voltak.



358. ábra. A fás növények szöveteinek kerületi feszültsége. A fáról gyűrű alakba lehántott kerges ismét a fára helyezve azt többé teljesen nem éri körül. (Detmer.)

Mindezek a növekedési viszonyok a növekedő részek sejteinek közös munkája, aminthogy az egész növény a sejtfalakon átmenő plazmaszálakkal összefüggő egyetlen protoplazmatestet alkot.

A növények növekedésadta alakja igen sokféle tényezőtől függ. A belső okok épúgy hathatnak mint a külsők, amelyek a legtöbb esetben *ingerként* hatnak; ezeknek következményei a növényre nézve nagy horderejűek, kivált minthogy közöttük olyanok is vannak, amelyek általában a növényi életre nézve nélkülözhetlenek. Az ingerek vagy gyorsítják, vagy lassítják a növekedést, a növényi test alakját pedig határozott módon befolyásolják. Ezek között a tényezők között szerepelnek a hő, a fény, a nehézségi erő, a mechanikai hatások, a kémiai hatások, más organizmusok befolyása. A hő és a fény kétségen kívül a legfontosabb tényező.

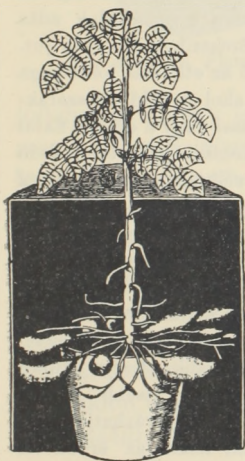
Hiszen már fentebb említém, hogy maga a növényi élet is bizonyos hőmérséki határok közt maradhat csak meg. Ugyancsak a három kardinális pont állapítható meg a növekedésben is.

Az Északisarki tenger moszatai még 0° C alatti hőmérsékletben is nőnek; a búza és repce 0° C feletti hőmérsékleten már csirázik, ellenben a bab 9° C, az ugorka 16° C. A legtöbb szárazföldi növény hőmérsékmaximuma $30-45^{\circ}$ C, a pozsgás növényeké $50-52^{\circ}$ C. Az erjedő anyagokban élő fajok még nagyobb hőmérsékletet bírnak el és a hévízekben élő baktériumok még 75° C. hőmérsékleten is életben maradnak. Általában a hidegebb éghajlat alatt élők hőmérsékletének maximuma és minimuma alacsonyabb mint a melegebb éghajlat alatt élőké. A növényeknek a megfelelő hőmérsékhez való igénye egyszersmind a földön való elterjedésüknek a megszabója. Bizonyos tényezők a növények ebbeli igényeit módosíthatják, viszont a mi növényeink minden része sem viseltetik egyformán a hőmérséklethez, pl. a lókörmű virág, a kalapvirág, a mandula, a cseresznye virága már a korai tavasz hűvös napjain virítanak, holott leveleik csak későbbben jelennek meg, amikor a hőmérsék is jóval kedvezőbb. A két kardinális hőmérséken belül eső hőmérsék sem közömbös a növényre, mert a hőmérsék emelkedésével a növekedés gyarapszik, csökkenésével pedig lassúdik. Ha pedig a hőmérsék felmegy a maximumig, úgy lassanként megszűnik a növekedés és az organizmus a *hő okozta merevség* állapotába jut. A maximumnak hosszabb időn át tartó túllépése végre is halált okoz. A kiszáradás által életképességükben nem veszélyeztetett növényrészek magas hőmérsékletet bírnak el. Száraz levegőben a magvak, a spórák $100-120^{\circ}$ C hőmérsékleten sem pusztulnak el. — A minimum alatti hőmérsék szintén gátolja a növekedést, végül a *hideg okozta merevséget* hozza létre. Némely növény az alacsony hőmérsékben hamar megfagy, mások hosszú időn át elbírják a nagy hideget, amelyben a növényi testen belől jég képződik; sok növény hal el ebben a pillanatban, pl. a burgonyagumó -1° C alatt, de ha a jégképződést megakadályozzuk, még -2° C-t is elbír. Fáink és sok lágyszárú növényeink, pl. *Stellaria media* meg is fagy, de ismét felmelegedve folytatja életét. Víztelen növényrészek, magvak, spórák a legalacsonyabb hőmérsékletben is megmaradtak, pl. -200 és -250° C nem ölte meg őket.

Az optimumhoz közel eső hőmérsékleten nőtt növények alakja a növekedés alatt nem mutat elváltozást, ellenben a két határt alkotó hőmérséklethez közel

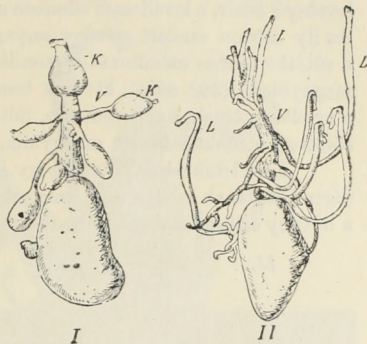
eső hőmérsékletben nőtt növényeken változás mutatkozik, a minimum közéletében a szártagok rövidek maradnak, pl. a burgonyán (359. ábra).

A fénynek a növekedésre és a növényi test alakulására való hatása különbözik a hőtől, mert nem olyan általános, hiszen vannak növények vagy növényi részek, amelyek egész életüket sötétben töltik, pl. a gyökerek. Igaz ugyan, hogy a fény a növény életére nagy jelentőségű (261. lap), de azért mégis fény nélkül is növekedhetik a növény elegendő táplálóanyag birtokában, pl. pincéinkben a sarjadzó burgonyagumó. Csak bizonyos esetekben bizonyult be a fény szükségessége a növekedésre, nevezetesen néhány mag csak rosszul vagy egyáltalán nem csírázik a sötétben, pl. a fagyöngy, dohány stb.



360. ábra. A burgonyagumó keletkeztetése a világosság kizárása által. (Chodat.)

kifejlődés sötétben a száron is lehetséges (360. ábra). A legtöbb fényt bírják el a verőfényes termőhely növényei, pl. a magas hegyek növényei és alföldünk különösen homoki növényei. A fény váltakozásának is megvan a maga hatása, hiszen ami nappali és éjjeli napszakunknak változásával a növekedés gyorsaságának változása jár; éjjel a növekedés mindig gyorsabb mint nappal. A gyökerek is a talajban gyorsabban nőnek mint megvilágítva. — A fény azonban a növény alakjára is



359. ábra. A Marjolin burgonyafajta gumója: I. 6–7° C hőmérsékletben 4–5 heti, II. 25° C hőmérsékletben 17 napi tenyésztés után. A gyökerek nincsenek megrajzolva. V hajtás kezdete, K gumó, L etiolált hajtás. (Vöchting.)



361. ábra. Dahlia variabilis. I világosságon, II sötétben tenyésztve. Egyenlő mértékben kisebbítve. (Jost.)

befolyással van. Nevezetesen régen ismert jelenség a sötétben nőtt növények alakváltozása, amellyel színváltozás is jár, az úgynevezett *etiolálás*. (361. ábra.)

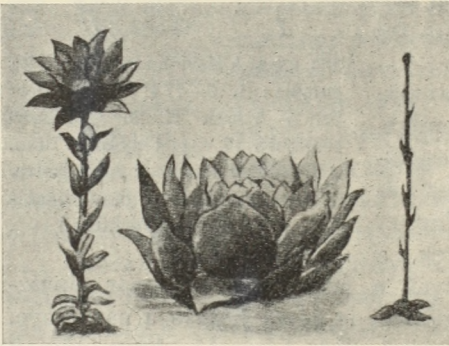
A sötétben növekedő növény a világosságban tenyészőhöz képest ugyanis nyurgább lesz, szára, levélnyele vékonyabb, de hosszabb, a levéllemez ellenben felette kicsiny, továbbá a szára és a levélnyel fehér, a levéllemez ellenben sárgás színű (361. ábra), végül az egész növény könnyen törik. Az ily módon etiolált növény anyaga csakis a tartalék-táplálékanyagokból származhatik, mert a sötétben nincs széndioxid-asszimilálás. A levélrózsát alkotó, úgynevezett szártalan növények is megnyúlnak (362. ábra), kivételt tesznek a csak földbeli szárazakat fejlesztő növények, melyeknek a levelei nyúlnak meg tetemesen. Sőt még a kalapos gombák termőteste is etiolálhat, amennyiben sötétben a tönkük felette megnyúlik, kalapjuk ellenben felette kicsiny marad. (363. ábra.)

Kísérletek bizonyítják, hogy az etiolálásnak csak a fény elmaradás ingere lehet az oka. Az inger hatásának módja még ismeretlen, ellenben a biológiai jelentősége könnyen megérthető, mert a növény a fényt szükségelő részeinek megnyúlásával szabadulni óhajt a sötétségből a világhoz.

II.

I.

III.



362. ábra. A fűfű (*Sempervivum assimile*). I rendes körülmények közt, II nedves térben, III sötétségben tenyésztve. (Brenner.)

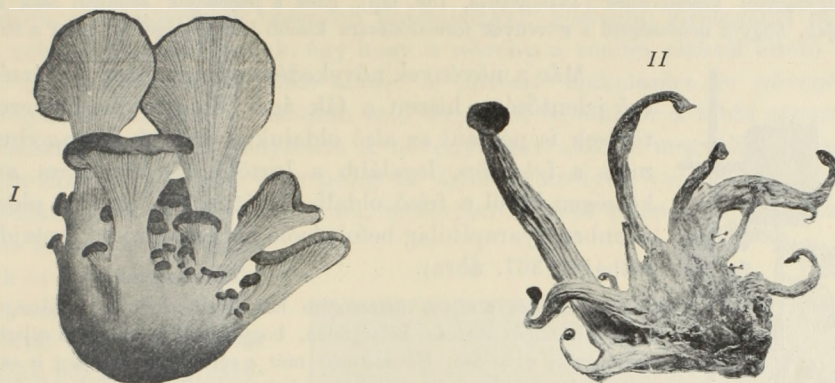
a belső szerkezete is, amennyiben az árnyékban nőtt leveleken a szivacsparenchima, ellenben a napfényben nőttökön a palisszádsejtek alakulnak ki jobban (364. ábra).

A kereklevelű csengetyűke, mely fiatalon csak a meg nem nyúlt száron, tehát a tövön fejleszt kerek lemezeket, már a megnyúlt száron keskeny, szálás leveleket fejleszt, ami kétségen kívül a különböző fényerősséghez való alkalmazkodás. Bizonyítja ezt az is, hogy, ha a kereklevelű csengetyűkének fejlett száralakját ismét kisebb mértékű fénynek tesszük ki, úgy rajta ismét kerek levelek kezdenek fejlődni. Hasonló eredményt érünk el, ha virágzatot gyenge fényben engedünk fejlődni, pl. *Veronica chamaedryst* (365. ábra), amelyen a virágzati tájban ismét lomblevelek fejlődnek. A fény intenzitásának hatását bizonyítja az is, hogy a burgonyagumó alakítása a sötétséghez lévén kötve, a szálás növény is a fényintenzitás csökkenésével vagy a fény elvonásával ismét gumóalakulásra kényszeríthető (366. ábra).

A fény hatását a növekedésre leginkább igazolja az a tény, hogy a növények különböző termőhelyeken bizonyos mértékű, egymástól eltérő erősségű, fényben növekednek. *Wiesnernek* köszönhetjük annak megállapítását, hogy amint a növény tenyészéséhez megfelelő melegmennyiséget kíván, úgy bizonyos mennyiségű fényt is szükségel. Az etiolálás is igazolja, hogy a klorofill alakulása sötétben elmarad, jóllehet van sok példa, amelyben a klorofill alakulása a fénytől függetlenül megy végbe, pl. moszatok, mohok, harasztok, a fenyők sziklevele. Ellen-

A zárt térben tenyésztett etiolált növényen ez nem figyelhető meg, de már a pincében sarjadzó burgonya hosszúra nyúlva a pinceablak adta kevés világosság felé törekszik és oda el is jut. Még inkább megérthető az etiolálás fontossága a szabad természetben, ahol a földbeli szárazkal bíró növények hajtásai vagy a csirázó fiatal növényké a talaj részecskéi és a talajt fedő egyéb anyagok, pl. levélhulladék stb. közül iparkodnak a fényhez jutni, sőt még a környező sűrű növényzet közül is ki-kinyúlakodnak. Ugyanis a növények akkor is megnyúlnak, ha nem egészen sötétben, hanem csak kevés fényben nőnek. Amint a fény azután nagyobbodik, a szárazak megnyúlása alább hagy és a levéllemez nagysága gyarapodik, hogy azután bizonyos határon túl ismét kisebb lemezű levelek fejlődjenek. Ebből magyarázhatjuk meg azt, hogy az árnyékban, tehát az erdők fái alatt is, nagyobb leveleket találunk. A lemez nagyságával a vastagsága is lépést tart, sőt még

ben azokban az esetekben, amidőn az etiolálás sárga színanyaga kifejlődik, elégséges utólagosan rövid ideig tartó megvilágítás és a megzöldülés bekövetkezik,

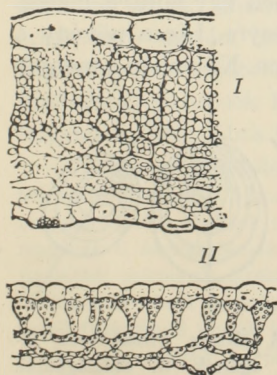


363. ábra. A *Pleurotus ostreatus* termőtestei. I világosságban, II sötétben fejlődve.

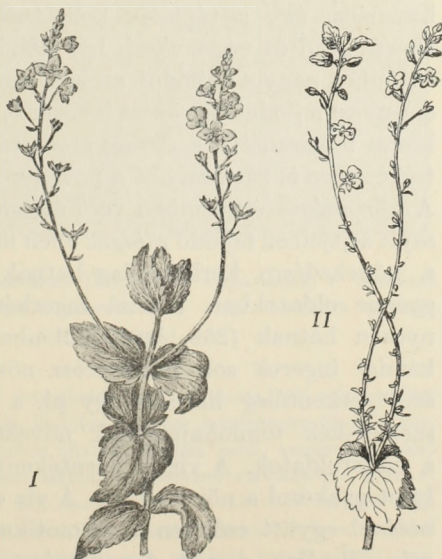
jóllehet a növény ismét sötétbe jutott. A fény formáló hatását figyelhetjük meg azokon a növényeken, amelyek fiatal korukban másnemű termettel és levélalakkal bírnak mint idősebb korukban; előbbi esetben a növény kisebb fényhez, utóbbiban nagyobb fényhez van hozzászokva. A fény iránya is határozólag hat a növényi test alakulására, aminek szép bizonyossága a repkény borostyán, melynek felfelé kapaszkodó szárán a fénytől elfordult oldalon csak gyökerek, ellenben a fénytől ért oldalon levelek fejlődnek (80. ábra). A viszonyok megváltoztatásával többnyire sikerül az ily módon alakult dorsiventralitást megváltoztatni. A növényi test alakulására

és a növekedésre ható külső tényezők között szerepel a nehézségi erő is, amelynek különösen az iránya bír jelentőséggel.

Nevezetesen ha a növekedés iránya egybeesik a nehézségi erő irányával, úgy sugaras szerkezetű és alkotású lesz a növény szára, ellenkező esetben dorsiventrális lesz. Ez utóbbi kifejezést nyer az oldalképletek kialakulásában

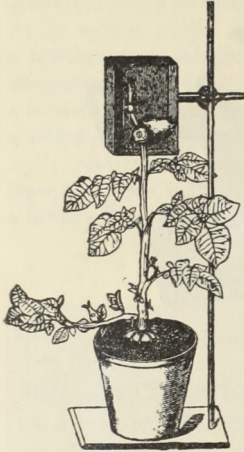


364. ábra. A *Heracleum Sphondylium* I fénynek kitett, II árnyékban nőtt levelének keresztmetszete.



365. ábra. Az ösztörös veronika (*Veronica chamaedrys*) I rendes hajtása két virágos virágzattal, II vízkultúrában, gyenge fényben nőtt egyede ellombosodott virágzattal. (Klebs.)

és elosztásában, amennyiben a felső oldalon rendesen levelek, az alsó oldalon gyökerek helyezkednek el, sőt ha a dorsiventrális száron csak levelek fejlődnek, úgy az alsó oldal levelei a felsőtől nagyságban különböznek (*anisophyllia*, 155. lap). Ezek a jelenségek azonban csak azt bizonyítják, hogy a nehézségerő a növények formálódására kisebb jelentőséggel bír mint a fény.

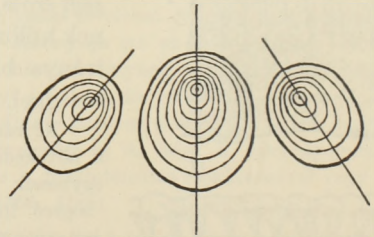


366. ábra. A burgonya szárhegyén a fény kizárásával fejlődött gumók. (Chodat.)

Már a növények növekedésére nagyobb a nehézségerő jelentősége, hiszen a fák ágai, de a ferdén helyezett törzsek is például az alsó oldalukon inkább vastagodnak mint a felsőkön, legalább a legtöbb fás növényen, ami kétségen kívül a felső oldalt korlátozólag, az alsó oldalt ellenben gyarapítólag befolyásoló nehézségerőnek tulajdonítható (367. ábra).

Ha már a sejtek összességére hat ilyenformán a nehézségerő okozta húzás és nyomás, kétségtelen, hogy magukra az egyes sejtekre is megvan a hatása. Nevezetesen már a sejtek osztódásakor is az új válaszfalak a nyomás irányába és a húzásra merőlegesen helyezkednek. Sőt még ez az ingerhatás a szövetek kialakulására, sőt az új képletek fejlődésére, helyére is befolyással van. A nyomás okozta ingernek tulajdoníthatjuk az úgynevezett *érintési ingert* is, amellyel találkozunk a gyökérhajszálképleteknek a talaj részecskéire való ránövésében. (304. ábra.)

A növekvést és a növényi test formálódását befolyásolják még a táplálékanyagok, hiszen ezek szolgáltatják a test anyagát. Táplálék nélkül nincs tartós növekedés. De amint a táplálék túlságos bősége nem válik a növény hasznára, úgy a táplálék kelleténél kisebb mennyiségét megérzi a növény, éhezni kezd és végre elhal. Így látjuk a rossz, táplálékban szűkölködő talajon a különben nagyra fejlődni szokott növényeket egészen kicsinyen, csak néhány cm-nyire fejlődni. De azért leveleket, virágot sőt még termést is fejleszt, takarékosan felhasználva a szűkre mért táplálékanyagot. Különben a táplálék oldatok telítettsége is károsan hat a növényre és növekvésére, éppen úgy mint a mérge. A közönséges értelemben vett mérgek is hatnak; a növényre, bár a növény a saját sejtjeiben fejlődő mérgek ellen meglehetősen érzéketlen. Különben a mérgek a növekedésre korlátozólag hatnak; igen gyenge oldatokban kémiai ingerként előnyösen hatnak (258. lap). Különben is a kémiai ingerek sok növényrész növekedésére [serkentőleg hatnak, így pl. a pollen-szemecskék tömlőhajtásának növekedésére a cukoroldatok. A víz is jelentékeny befolyást gyakorol a növekedésre. A víz csökkenésével együtt csökken az ozmotikus nyomás, illetőleg a sejt duzzadtsága, minek következménye a hervadás. A hervadt növények egyáltalán nem növekednek; növekedés csak duzzadt sejtekben megy végbe. Ebből kitűnik a víz mennyiségének fontossága a növény növekedésére. Minthogy pedig a hervadásra, illetőleg a duzzadtságra a párolgás hat szabályo-



367. ábra. A tiszafa vízszintesen elhelyezkedett ágának és oldalágainak keresztmetszete. (Büsgen.)

zól, ennél fogva a párolgást is a növekedés tényezői közé kell sorolnunk. Különbö a levegő páratartalma is visszatükröződik a növényen, hiszen a nedves levegőn nőtt növények hosszabb szártagokkal, hosszabb levélnyéllal és nagy, de vékony lemezzel bírnak, úgy hogy a növény a rendes alaktól eltérő alakot ölt (pl. *Sempervivum*, 362. ábra). A növény alakulására és növekedésére befolyással van még a társasan való tenyészés is, amikor a többi növényekkel szemben versenyezni kénytelen. A növényi test alakját megváltoztathatják a rajta élősködő gombák, vagy pedig az állatok, amelyek vagy táplálékul vagy ivadékuk biztosítására keresik fel, miközben sérülést ejtenek rajta. Ezek sorá-

ban ismeretesek a gombák és a gubacsdarazsak. Az előbbieket a növény alakját is megváltoztatják például az *Uromyces Pisi* a farkasfűtejet (368. ábra), vagy pedig sajátságos torzulásokat okoznak, mint a vitorlás virágú növények gyökerein (87. ábra), továbbá az *Alnus* gyökerein (338. ábra), de eltorzulhat a levél is, a virág is (442. ábra). Az állatok közül különösen a gubacslegyek és darazsak azok, amelyek szúrásaik által a növény szöveteit új munkára serkentik, aminek eredménye azután, hogy a növényeken sajátos kinövések, gubacsok keletkeznek. (341. ábra.)

A növény formálódásának az előbbiekben felsorolt tényezőit külső okoknak szoktuk mondani, mert a formálódás megindulására, sőt sok esetben magának a formálódásnak a módjára is az indítók, illetőleg az inger a növényen kívül a környezetből származik. Ezekkel a külső okokkal szemben állanak azután azok, amelyeket belső okoknak mondunk és pedig azért, mert a növényi test alakján végbemenő változások a környezettől függetlenül jönnek létre. Éppen ezért fel kell tételeznünk, hogy a növényi testben rejlő okok azok, amelyek folytán bizonyos alakbeli változások létrejönnek. Ezekről a belső okokról tulajdonképpen semmit sem tudunk, annyi azonban bizonyos, hogy a növényi testet alkotó protoplazma tulajdonságában rejlenek, amelyeket az az idők folyamán megszerzett.

A megszerzett tulajdonságok jutnak kifejezésre a növényi test és részeinek harmónikus kifejlődésében és megalakulásában. Ezt a harmóniát zavarják meg már a külső tényezők, a növény azonban iparkodik a soha meg nem szűnő fej-

II.

I.



368. ábra. A farkasfűtej (*Euphorbia Cyparissias*) I. rendszeren nőtt egyede II az *Uromyces Pisi* által torzított egyede. (Tuboef.)

lódés folytán a harmónikus kialakulást biztosítani. Ez pedig már csak azért is sikerül, mert még a magasabb rendű növények is tulajdonképpen egyetlen protoplastot, egyetlen egységes plazmatestet alkotnak (233. ábra). Az ilyképpen egybeálló egész a részeiben beálló változásokat megérzi és a test harmóniája érdekében megfelelően pótolni igyekszik. A növények ezt a törekvését, illetőleg az elvesztett részek pótlását, vagy a kialakulásban szükségessé vált változásokat *korrelációnak* nevezzük. Magának a növénynek rendes életfolyamatában is találunk számos ilyen korrelacionális jelenségre, hiszen a megtermékenyítés, a magházon és az egész virágon beállott változások is ilyen korrelacionális jelenségek. A leveleitől megfosztott fa új leveleket szükségelvén, az alvó, de leginkább járulékos leveles hajtásokat iparkodik fejleszteni. Különösen érdekes korrelacionális jelenségeket találunk, ha a növény szárának egy részét sebzéssel eltávolítjuk. Nagyon természetesen a növény első sorban a sebet igyekszik behegeszteni és pedig olyképen, hogy a nyitott sebet első sorban parával fedi el azután a még osztódó vagy még osztódásra képes sejtekből új szövetet, a *kallus*-t fejleszti.

A kallus fejlődéséről könnyű meggyőződést szerezni, ha valamely lemetezett ágat, pl. a szőlő vesszőjét dugványozzuk. Ez a kallus az, amely a regenerációt végezi; fejleszt adventív hajtásokat, gyökereket. A pótlás úgy is végbe mehet, hogy az elvesztett rész közelében eső más rész veszi át a szerepét, pl. a főgyökér csúcsának elveszésekor a legközelebbi gyökérág nő tovább főgyökként vagy pl. a fenyő csúshajtásának letörése után a legfelső ágak egyike helyettesíti. A kallussal való regenerálódás mindig a növény polaritásának megfelelően megy végbe, vagyis a száron gyökerek, a gyökéren hajtások fejlődnek. Másként áll a dolog a levélen, amely gyökérrészeket fejleszt ugyan, de azután a kallusban képződött rügyből leveles hajtást, mint az a Begonia levéllel való szaporításakor mindennapi (347. ábra). Még jellemzőbben tűnnek ki a korreláció jelenségei az úgynevezett *transplantációkor*, amelyet kertészkedőink a helytelen nemesítés név alatt jól ismernek. A nemesítés, helyesebben oltás által való szaporításakor a lemetezett oltóvessző az anyanövényen könnyen összeforr és rá van utalva, hogy az anyanövény gyökereiből felvett táplálékot használja fel. Ez esetben tehát mintegy a korreláció helyreállítását mesterségesen segítjük elő. Az oltás azonban nemcsak a fás növényeken végezhető, hanem bármely más lágy szárú növényen is. Az összeforradás szövetében létrejönnek azok a szöveti elemek, amelyek az oltóvessző és az alany szöveit nem csak összekötik, hanem amelyek az életfolyamatokhoz szükséges szöveti rendszerek, pl. edénynyalábok folytonosságát létrehozzák.

Számos kísérlet igazolni látszik, hogy a korreláció jelenségeit táplálkozási befolyások, tehát anyagi okok hozzák létre, nincs kizárva azonban az sem, hogy valamely mechanikai hatás folytán áll elő a korreláció. Ámde ez a befolyás is csak úgy jár eredménnyel, ha a növényben rejlő belső tényezők a befolyás folytán a megfelelő alakulást létrehozzák. Kétségtelen azonban, hogy ez a belső tényező, amely a plazma sajátosságához van kötve, bizonyos különleges, a növényi egyedre jellemző alakulást fog létesíteni. Így tehát, ha a növények formálódására a külső tényezők befolyással vannak is, mégis a növény plazmateste az, amely az alakulás közvetlen tényezőit magában hordja. Ez a tény az, amely a növényi test alakulásában a fejlődés folyamán többféle módon is kifejezésre jut. Nevezetesen a növények fejlődésében és a test kialakulásában bizonyos időszakosságot lehet észrevenni, amely nálunk főleg az évszakok változásához való alkalmazkodásban is megnyilvánul, de azután vannak olyan, a növekedés folyamán beálló változások, amelyek jórészt a külső hatásoktól függetleneknek látszanak.

A növekedésre, illetőleg a növényi test formálódására fontos tényezőknek kell tekintenünk magát a szaporodást is, mely a belső fejlődésnek szükségszerű következménye. Ezen a helyen az ivaros szaporodásnak csak arra a növényélettani jelenségére óhajtok rámutatni, amely abban a feltételben nyer kifejezést, hogy a petesejt azért képtelen a továbbfejlődésre, mert nukleintartalma elégtelen, a spermatozoid pedig csekély protoplazmája miatt nem fejlődhetik tovább, a kettő egyesüléséből azonban fejlődésre képes sejt alakul, és pedig egyrészt a spermatozoid okozta inger, másrészt a szükséges nukleintartalom gyarapodása folytán. Minthogy két különböző sejt, sokszor két különböző egyedről származó sejt összeolvadása megy végbe a megtermékenyítésben, arra az eredményre kell jutnunk, hogy az új sejtből alakuló egyén a két sejt hozta tulajdonságokkal felruházva fog kialakulni.

Ha tehát két különböző egyedről, és még inkább ha két különböző fajról származik a két sejt, úgy egymástól elütő sajátságok egyesítése esik meg. Ez vezetne azután rá a fajvegyülékek, hibridek (keverékfajok) keletkezésére és ilyképen új növényalakok formálódására adná meg a módot és alkalmat. A közel rokon fajokból vagy fajváltozatokból keletkező fajkeverékek tulajdonságait a Mendel felállította szabályok fejezik ki, de nem bírnak általános érvénnyel. Ilyképen magát a megtermékenyítést is mint a növényi test formálódására való tényezőt kell megállapítanunk, amelyhez még hozzájárul a növényi test nagymérvű alkalmazkodási képessége, ami sok esetben külső alaktani sajátságokban nyilvánul meg, sok esetekben azonban csak mint belső tulajdonság alakul ki. Egyes esetekben, ha a viszonyoknak nem teljesen megfelelők az alkalmazkodás módjai, ismét eltűnnek az új tulajdonságok, más esetben, előnyt biztosítva az illető növénynek, megmaradnak és a növény a létért való küzdelemből győztesként kerül ki. Idők folyamán ezek a tulajdonságok egyike-másika lappangva megmarad a növényben, hogy azután alkalmas módon kifejezésre jutva, a növényi test jelentékeny formaváltozását idézze elő. Ily módon azután nemcsak új fajváltozatok, de új fajok is keletkeznek.

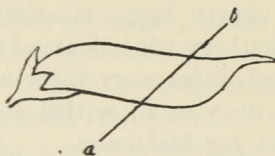
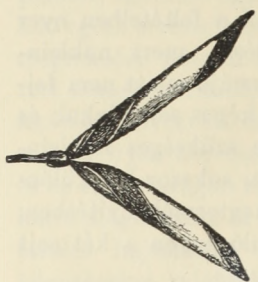
Az eddigiekben felsorolt, a növényi test formálódását befolyásoló tényezők alapján magyarázzák azután az új fajoknak a keletkezését. Így látjuk ezt Lamarck felfogásában, Darwin fajkiválasztási magyarázatában és de Vries mutáció-elméletében kifejezésre juttatva a növényi test formálódására ható tényezők közül hol az egyiket, hol a másikat, sőt esetleg többnek az együttes hatását.

2. A növényi test energiájának átalakulása.

A növények mozgása.

Már a növények táplálkozásában rámutattam a széndioxid-asszimilálás jelentőségére a növények életében, amennyiben ennek a folyamán a keletkező asszimilálás a fény energiáját köti le kémiai energia alakjában, amely tehát kívülről jutva a növénybe, benne bizonyos mennyiségben felhalmozódik. Az ily módon megszerzett energiának a növény testében való változásáról alig tudunk valamit. Ismerjük azonban ezeknek a változásoknak végső tagját a fel-feltűnő jelenségekben. Eddig is rámutattam a táplálkozás folyamán a lélekzés-

kor felszabaduló hőre, továbbá a fénylés jelenségére. Kétségtelen, hogy ezeken kívül még elektromos áramok is keletkeznek a növény testében. És pedig a növény testében elektromos feszültségi különbségek jelentkeznek mindenütt ott, ahol kémiai és fizikai különbségek mutatkoznak a sejten belül vagy különböző sejtek vagy szövetek között. Legjelentékenyebbek azonban az erer-



369. ábra. A sövény bükköny (*Vicia sepium*) felnyílt és zárt hüvelye, melyen az *a—b* vonal a fásodott sejtek elhelyezését mutatja. (Lubbock.)

gia változásai között azok, amelyek mechanikai energia-ként jelentkeznek, amelyek azután a növények jellemző mozgástüneményeiben jutnak kifejezésre. Nem szabad azonban ezeket a mozgásokat összehasonlítani azokkal, amelyek az anyagcserében a táplálóanyagok átalakulásával vele járnak

és amelyek a látszólagos nyugvó testben is megvannak. A mechanikai energia keltette mozgások jól megfigyelhető helyzeti vagy helyi változásokkal járnak, tehát aktív mozgások és így a növényeken kívül álló mechanikai hatások, mint pl. a levegő mozgása okozta passzív mozgástól elütők.

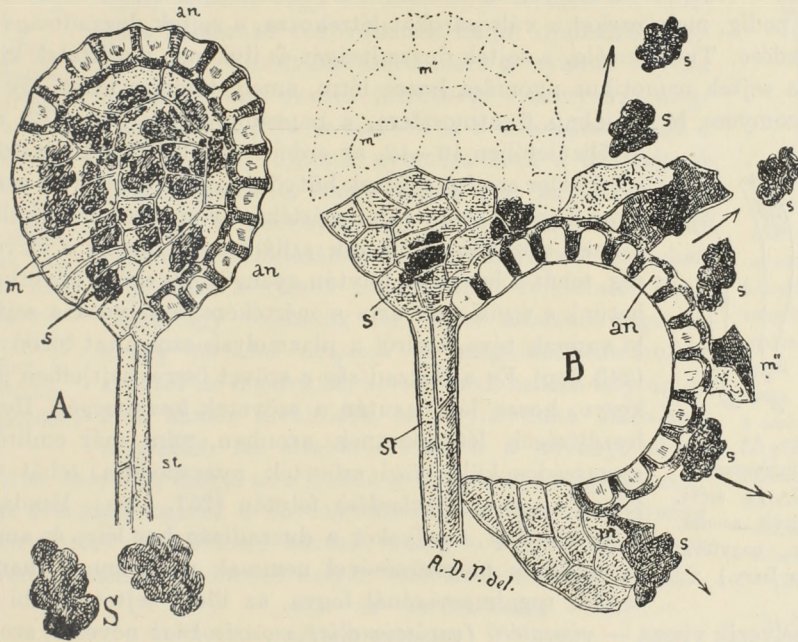
Az aktív mozgások okaira Pfeffer hírneves Energetikájában és nagyjelentőségű élettani munkájában mutatott rá. Ezek között vannak olyanok, amelyek közvetlen okait nem ismerjük, de amelyek a kémiai energiától legalább látszólag függetlenek, nevezetesen a szomszédos falrétgeknek egyenlőtlen dagadóképessége, a szomszédos sejtek egyenlőtlen duzzadtsága, továbbá az ozmotikus energia, a felületi feszültség energiája, végül a kohézió is. Mindezek az energiák a mechanikai energiával kapcsolatban az aktív mozgásoknak két csoportját hozzák létre, amint már azt fentebb is említém, nevezetesen az egész növény szabad helyváltoztatását, amellyel csak az alsóbbrendű növényeken találkozunk és a talajhoz szilárdan hozzáerősített magasabb rendű növények testén mutatkozó mozgásokat. Természetesen ebben az esetben a növekedő szárnak vagy gyökérnek az egyenes rövekedés alatt végzett mozgását nem vesszük számba, hanem igenis az egyenesen nőtt testrészeknek görbülését vagy a görbült részek görbülésének változását.

Az aktív mozgások közül első sorban az úgynevezett *hygrokópos* mozgásokat említém meg, amelyek mint az egyes sejtfalrészletek vagy sejtfalaknak vízfelvétel által való megdagadása vagy a sejtfalakba meggyülemlett víz kohéziója folytán hozzák létre a mozgást.



370. ábra. A jerikói rózsaszál száraz és nedves levegőben. (Engler.)

A száradásra képes sejtfalak vizet vesznek magukba, vizet imbibálnak, minélfogva megdagadnak és térfogatuk megváltozik, hogy azután az imbibált víz elvesztése után ismét eredeti térfogatukat nyerjék vissza. A sejtfal dagadását Nägeli a micella elméletével magyarázta, mely szerint a dagadásra képes test a molekuláknál nagyobb részecskékből, talán molekulacsoportokból állana össze, amelyek egymásra gyakorolt vonzásuknál fogva alkotnak szilárd testet és amelyek a vizet is vonzva, saját maguk közé gyűjtik, így bizonyos mértékben eltávolodnak egymástól, amikor is a közöttük levő közöket a víz tölti ki. Aszerint, amint most több vagy kevesebb vizet vesznek maguk közé vagy veszítenek el, az illető sejtfal térfogata is változik, amely változás azonban mozgást hoz létre. Minthogy az imbibicio tisztán fizikai jelenség, ennélfogva az ennek folytán létrejött mozgások is nem csak élő, de a már elhalt sejtekből álló növényi részekben is jelentkez-



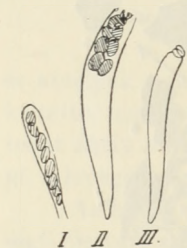
371. ábra. Az erdei pajzsika (*Aspidium filix mas*) A még zárt érett sporangiuma, B az érett sporangium a felrepedés pillanatában, an a gyűrű, m, m, m a felrepedéskor kihajló falrész, s, s, s spórák, amelyek a nyíl irányában szétdobatnak, s a sporangium alsó részében maradt spóra, S spórák nagyítva. (Dodel-Port.)

hetnek. Gyakori az ilyen mozgás az érett terméseken, pl. a mécsvirág, az oroszlánszáj termése ily módon reped, illetőleg nyílik fel. A dagadás keletkeztette feszültség az akadály hirtelen legyőzésével röpti szét a magvakat, pl. a *gerely* termésén (213. ábra). Hasonlóan a termés falában megjelenő feszültségi különbség folytán reped fel a pillangós virágnak hüvelye, amidőn a kopácsok a feszültség folytán be is pödrődnek (369. ábra). Számos ilyen jelenséggel találkozunk még, amelyek közül csak a *gémorr* és *árvalányhaj* termését említem fel, amelyeknek alsó része sajátágosan bepödrődik, hogy azután vízfelvétel folytán kiegyenesedjék, aminek nemcsak a magvak szétszóródásában, de a termések, illetőleg magvak elvetényülésében is van szerepe (221. ábra). Ezeknek a mozgásoknak sorába tartozik az is, amelyet a jerikói rózsza, az *Anastatica hierochuntica* érett termésekkel bíró egyedei mutatnak, amikor szárazon ágai gömbö-alakká szorúlnak össze, nedvesen pedig terjedten szétállanak, mert az ágak görbülése előáll egyrészt a farész excentrikus szerkezeténél, másrészt a felső és alsó rész különböző sejtfelvastagodásánál fogva, aminek folytán száradáskor a felső rész jobban rövidül meg és görbül befelé mint az alsó (370. ábra).

A porzótokok és a sporangiumok felnyílásának, illetőleg felrepedésének oka a sejteket kitöltő víz kohéziója. Nevezetesen a harasztok sporangiuma a gyűrűt alkotó sejtek száradás folytán való összehúzódása miatt a sporangium fala a vékonyfalú sejtek helyén kis repedést kap. Az ily módon felrepedt sporangiumfal ezután szétválk, mert a sejteiben levő víz lassanként elpárolog, a sejtürege megkisebbedik és a még maradó víz kohéziója folytán a külső vékony fal betüremlik, minek folytán a vastag oldalfalak közelednek egymáshoz, úgy hogy a gyűrű külső része mind rövidebb lesz és a sporangium nyílása mind nagyobb (371. ábra).

Az élő sejtekből álló növényeken tapasztalható mozgásoknak más oka van; ezeknek mozgását ugyanis a sejt változása hozta létre és pedig olyképen, hogy ez a változás az élő protoplazmán, a sejt falon egyenletesen megy végbe. Az ok pedig, mely ezeket a változásokat létrehozza, a sejtek duzzadtsága vagy növekedése. Tudvalevőleg a sejtek duzzadtságát és ilyképen a sejt falak kinyújtását a sejtek ozmotikus nyomása hozza létre, amely tetemes lehet, így pl. a

a *Phycomyces hypháiban* 6 atmosféra, a napraforgó belsejében 13, a bab levélizületében 10—12, az erdei fenyő belsejében 16—21, sőt Pfeffer szerint a füvek bütökyjének sejteiben 40 atmosféra. Ebből a tekintélyes mértékű nyomásból érthetjük meg a fiatal duzzadó szárrészek szilárdságát, amely a vízvesztés, tehát a hervadás folytán gyengül. De ebből következtethetünk a nyúlásnak arra a mértékére, amelynek a sejt falak ki vannak téve, amiről a plazmolysis szolgáltat bizonyosságot (243. lap). Ez a duzzadtság a szövet összes sejteiben jelentkező, hozza létre azután a szövetek feszültségét. Ilyenmű feszültségek létrejöhetnek azonban, mint már említém, a szomszédos különböző szövetek gyarapodása, tehát voltaképen a sejtek növekedése folytán (357. ábra). Mindazokat a mozgásokat, amelyeket a duzzadtság hoz létre és amelyek az indítóok megszűnésével nemcsak megszűnnek, hanem a sejt fal rugalmasságánál fogva, az illető sejtet előbbi alak-

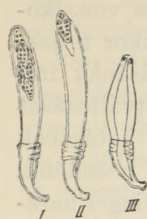


372. ábra. Az *Asco-bolus furfurascens* I fiatal, II érett, III kiürült ascusa. 150-szer nagyítva. (De Bary.)

jába helyezik vissza — *visszatérő (variacionális) mozgásoknak* nevezik, szemben azokkal a mozgásokkal, amelyek növekedéssel mennek végbe és *nutacionális* mozgásoknak mondatnak, jöllehet — amint láttuk — a sejtek növekedése is ozmotikus folyamatokkal kapcsolatos, különösen a nagy periódus második szakaszában.

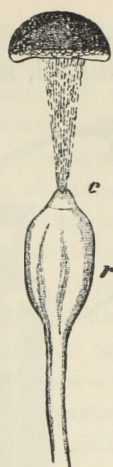
A duzzadtság okozta mozgások közül első sorban azokat említém meg, amelyekkel sok alsóbbrendű növény spórái és néhány magasabb rendű növény magvai löketnek le, helyesebben melyeket a növény kifeccskend, illetőleg kilövel. Így látjuk ezt sok tömlős gombán, amidőn a tömlőből a sporangiumokat kilöveli és pedig vagy egyszerre valamennyit, pl. az *Ascobolus* (372. ábra), vagy pedig egyenként pl. a *Sphaeria Scirpi* (373. ábra). A szó szoros értelmében kifeccskenti a legyeket pusztító *Empusa* és a lótrágyán tenyésző *Pilobolus* a sporangiumot, illetőleg a spórákat (374. ábra). Mindezen esetekben a duzzadtság legyőzi a sejt fal összefüggését, a sejt falat felrepedt és az ily módon nyomásától hirtelen megszabaduló sejt fal összehúzódása folytán a tartalom kilöketik. Hasonló tehát ez a mozgás a dagadás által keletkezett mozgáshoz, azzal a különbséggel azonban, hogy amott a sejt fal rétegének különböző mértékű hygroscopicitása, itt pedig a sejt duzzadtsága az indítóok. Ugyanezen ok szerepel számos növény dúsodó termésének a felrepedésében, illetőleg a magvainak kilökésében. Így látjuk ezt pl. az üvegszárú ne nyúl hozzá vagy a kerti ne nyúl hozzá termésén (375. ábra). Még nagyobb erővel megy azonban végbe az *Ecballium Elaterium* terméséből a magvak kifeccsen-

tése, úgy hogy az ily módon kilökött magvak a budapesti egyetemi növénykertben végzett méréseim szerint éppen 20 m-nyire dobatnak el (376. ábra).



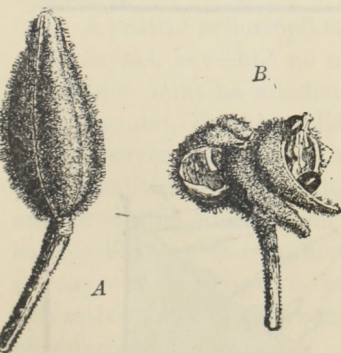
373. ábra.

A *Sphaeria Scirpi I* megnyúlt ascusa, melynek külső falrétege átszakadt, II a kiürült ascusa, melynek nyílásában még az utolsó spóra látható, III teljesen üres és megrövidült ascusa. (Pfeffer.)



374. ábra.

A *Pilobolus crystallinus* felnyíló sporangiuma; *r* a sporangiumtartó duzzadt része, mely a *c* oszlopon át a sporangium kutikulásodott falát a spórákkal együtt lefecskendi. (Zopf.)



375. ábra. Az *Impatiens balsamina* A még záródott termése, B felnyílt termése, a bepödrődött kopácsokkal. (Duchartre.)

A spóráknak és a magvaknak ilyenén való kilökése a termés megérésével következik be, anélkül tehát, hogy valami külső hatás azt elősegítené, vagyis a mozgás ezekben az esetekben tisztán belső okokból jött létre, azért az ilyen mozgásokat *autonom mozgásoknak* nevezzük. Igaz ugyan, hogy pl. a *nyúlj hozzám* vagy az *Ecballium* termésének mozgása hamarabb bekövetkezik, ha pl. ujjainkkal megnyomjuk, bizonyára azért, mert a nyomás folytán a duzzadság okozta feszültségi viszonyokat megváltoztattuk; de ez esetben is a duzzadság volt a mozgás oka, ujjaink nyomása csak a duzzadság hatását siettette. Ámde tudjuk már az eddigiekből is, hogy a növények úgy táplálkozásukban, mint testük formálódásában az őket környező közegben rejlő külső tényezők hatása alatt fejlődnek. Ezek tehát úgy fogandók fel, mint általános ingerek, avagy *formáló tényezők* és megkülönböztetendők azoktól az ingerektől, amelyeknek hatása folytán az erők hatása kiváltódik, az úgynevezett *különleges ingerektől*. Az általános ingerek a növényt olyan állapotba helyezik, hogy az a különleges ingerekre reagálhasson. Míg az általános ingerek a növény minden korában és a növény minden részére egyenletesen hatnak, addig a különleges ingerek a növény testének különböző helyén eltérő intenzitással hatnak, sőt az intenzitásuk idővel változik.

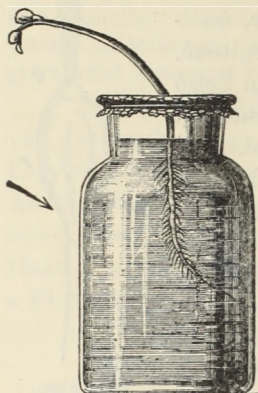
Minden inger a belső folyamatok egész sorának változása után mozgást, az ingerhatást váltja ki, maga a mozgás pedig ilyenformán az inger által indukált mozgás, amelyet az előbb tárgyalt autonom mozgásoktól való megkülönböztetés végett *paratonikus* mozgásnak mondunk.

Az inger kiváltódásának módja szerint megkülönböztetjük a szabadon mozgó növények és a talajhoz szilárdított növé-



376. ábra. Az *Ecballium Elaterium* I termésének hosszmettszete, II alapján való felnyílásmódja, III a magvak kifecskendezése. Természetes nagyság.

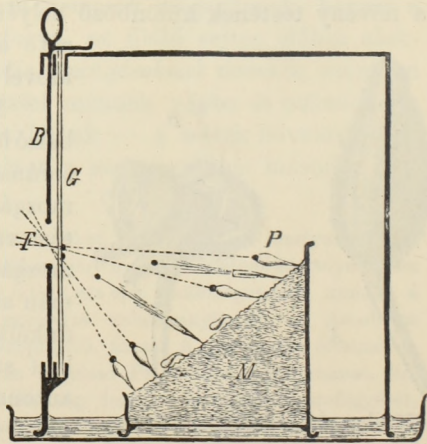
nyek mozgását, amely többnyire az egyes részek görbülésében, csavarodásában stb. áll, minélfogva az illető növényrész helyzete megváltozik. Ha a változás



377. ábra. A fehér mustár (*Sinapis alba*) fiatal növénykéje; a szik alatti szárrész pozitív, a gyökér negatív heliotropizmusának bemutatása. A nyíl a fénysugárak irányát jelzi. (Detmer.)

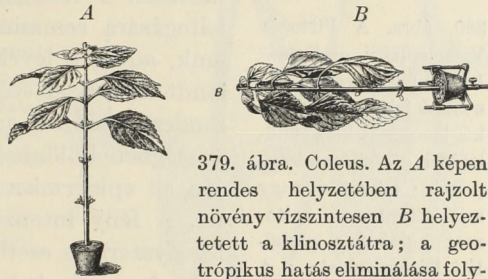
folytán a növényrész új helyzete bizonyos vonatkozásba jut az inger hatásának irányával, akkor *tropismáról* beszélünk, ellenben ha az inger hatásának iránya nem befolyásolja a növényrész helyzetváltozását vagy pedig a növényrész a növény belső hatásának megfelelő helyzetet foglal el, akkor *nastiáról* beszélünk. Mind a két esetben a mozgás maga, bár az inger hatására jön létre, mégis vagy növekedés vagy duzzadtság következménye, vagyis az inger maga a növekedést, illetőleg a duzzadtságot befolyásolja, amelyeknek munkája folytán jön létre a mozgás, illetőleg az inger kiváltódik. A paratonikus (aitionomikus) görbülések a növényre nézve nagy jelentőséggel bírnak, mert ezek útján képes a növény a legkülönbözőbb viszonyok közt a neki legmegfelelőbb helyzetet elfoglalni. Hiszen a talajba vetett mag bármilyen helyzetben legyen is, a belőle fejlődő gyökér, szár és levelek a rendes megfelelő helyzetet fogják elfoglalni, látszólag vele született belső tulajdonságai alapján, valóban pedig a reáható külső tényezők folytán. Ilyen tényező a nehézségerő, amelynek hatása folytán a gyökerek és a szár függőlegesen helyezkednek el, ellenben a szár és a gyökér ágai függőleges irányra ferdén helyezkednek el. Az előbbiek a növénynek *orthotrop*, az utóbbiak *plagiotrop* tagjai. A levelek ellenben a fény irányára merőlegesen helyezkednek el, *anisotropok*. Ezek közül a növény *termetere* (habitus) is nagyfontosságú tropismák közül a legjelentősebbek a heliotropizmus és a geotropizmus. Ezeknek a hatása a növény növekedésére, irányítására olyképen mehet végbe, hogy a növényrész az inger forrása felé vagy ettől elfelé nő, előbbi a *pozitív*, utóbbi a *negatív*; ellenben az inger irányára ferdén helyezkedő növényrész a *diatropikus*, amely növényrész pedig ez irányra teljesen merőlegesen helyezkedik, a *transzverszális*; e két utóbbi irányt különösen a *dorziventralis* alkotású növényrészek foglalják el.

A legfeltűnőbb és a legelőnyösebben megállapítható a *fénynek* a növekedés irányára gyakorolt befolyása, amelyet *heliotropizmusnak* neveznek. Magát a



378. ábra. A *Pilobolus crystallinus* sporangiumának heliotropizmus. A sötétben fejlődött spóra-tartók *P* a sporangiumokat a fényt beeresztő nyílás felé *F* fecskendik ki, *B* a vaslemez-szekrényke, *G* üveglemezek, *M* a tenyésztő edény lótrágyával. (Noll.)

heliotropizmust jól megfigyelhetjük az ablakunkba helyezett növényeken, amelyeknek szára nem függőlegesen helyezkedik a talajra, hanem az ablaküveg felé görbül, ellenben a levéllemezek többé-kevésbé merőlegesen helyezkednek az ablakon bejutó fény irányára. A száruk pozitív, ellenben a levelek tranzverszális heliotropizmust mutatnak. Ha pedig kísérlet céljából kis csirázó növénykét megfelelő módon helyezünk el (377. ábra), úgy a száron és a levélen az előbbihez hasonló viselkedést fogunk tapasztalni, ellenben a gyökér a fény irányában ugyan, de attól elfelé fog görbülni, vagyis a negatív heliotropizmust fogja mutatni. A heliotropizmus jelensége még inkább szembe tűnik, ha a fényt csak kisebb részen bocsátjuk a növényre, mert ekkor a fény irányának követéséről még inkább meggyőződhetünk. E tekintetben szép kísérletet mutatott be Noll, amidőn egy fényt átbocsátó nyílással bíró elzárt sötét szekrényben *Pilobolus*-t nevelt, amelynek sporangiumtartói mind a nyílás felé irányulva görbültek meg és sporangiumjaikat mind a nyílás irányába fecskendezték (378. ábra). De ha csak ugyan a fény irányában helyezkedik a növény szára, úgy a fény irányának változásával a szár irányának is változni kell, ami tényleg be is következik. Ha pedig a növényt minden oldalon egyenlően éri a fény, úgy teljesen merőlegesen kell a szárnak elhelyezkedni, amit könnyen bebizonyíthatunk, ha a klinosztát merőleges tengelyének forgó tányójára helyezzük a növényt (379. ábra), amelynek levelei is a most már minden oldalról egyenletesen és állandóan ható fény irányának megfelelően helyezkednek el.



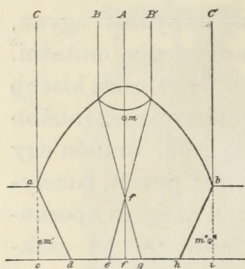
379. ábra. *Coleus*. Az *A* képen rendes helyzetében rajzolt növény vízszintesen *B* helyzetetett a klinosztátra; a geotropikus hatás eliminálása folytán a levelek 24 óra alatt a *B* képen előtüntetett helyzetet foglalták el. (Pfeffer.)

A pozitív heliotrópikus görbülésnek oka az, hogy a fény felé fordult oldala a növénynek kevésbé nő mint a fénytől elfordult, amely most még erősebben növekedik mint ha minden oldalról nyerné a fényt, amit pontos mérésekkel is lehet igazolni. Ezek igazolják azután azt is, hogy a növény szára mindig csak azon a helyen görbül meg, ahol még legjobban növekedik. A görbülés pedig, — amint említém — mindaddig bekövetkezik, míg a szár a fény irányába nem jut, amikor is több eltérést nem mutat, amiből az következik, hogy a növényre jutó legerősebb fény iránya hozta létre a görbülést és hogy az így elért irány a növényre nézve nyugvó helyzet, maga a fény pedig a mozgás ingere, ha a nyugvó helyzetből eltérő irányban éri a növekedő vagy még növekedésre képes növényrészt.

Különösen a fűvek csiranövényével végzett kísérletek igazolják, hogy a heliotropikus görbülésekben négy különböző folyamatot kell megkülönböztetni, nevezetesen a fényinger felfogását, a hatás gerjesztését, továbbvezetését és a görbülést magát. A görbülést a növekedés módjából ismerjük, kevésbé ismerjük az inger gerjesztését, de semmit sem tudunk az inger vezetéséről. Magát az inger felfogását is azonban különbözőképp magyarázzák, egyrészt a fentebb közölt értelemben fogják fel, másrészt pedig a fény intenzitásának juttatnak szerepet az inger előidőzésében. Kétségtelen, hogy a fény irányán kívül a fény intenzitásának is megvan a hatása, emellett azonban még

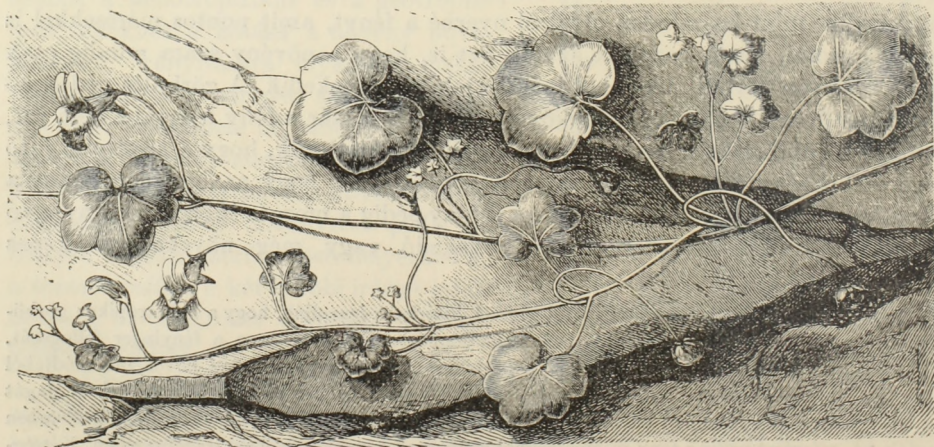
a fény minősége is részt kér a fény hatásában, így nevezetesen a kék és viola sugarak inkább idéznek elő heliotrópikus görbülést, ellenben a vörös vagy sárga sugarak kevésbé vagy egyáltalán nem eredményeznek görbülést.

A heliotropikus jelenségekkel igen gyakran találkozunk a növényországban, leggyakoribb a pozitív heliotropizmus a földfeletti szárakon, ritkább a negatív heliotropizmus pl. levegőgyökereken (Orchidea), kapaszkodó gyökereken (80. ábra), a csirázó fagyöngy szikalatti szárán, sok de nem valamennyi talajbeli gyökéren (repce, napraforgó).



380. ábra. A *Fittonia Verschaaffeltii* ocellumában a fénysugarak irányának feltüntetése. *m* a kis lencsesajt külső felületének görbülési középpontja; *m'* *m''* a nagy sejt szferikusan boltozott külső fala görbülési középpontjai; *e*, *f*, *g* a kis lencseszerű sejtben áthaladó sugaraktól megvilágított felület; *Ca* és *Cb* sugarak megtörve az *ad* és *bh* oldal-falakkal esnek egybe. (Haberlandt.)

A levelek *tranzverszál heliotropizmusa* biztosítja számukra azt a helyzetet, amelyben az asszimiláláshoz a legnagyobb mennyiségű fényt vehetik fel. A levél lemezének illetően való elhelyezése a levélnyélen való elhelyezkedésével vagy a levélnyelnek magának vagy a levélpárnának változásával áll összefüggésben. A míg azonban a szár heliotrópikus jelenségeiben a fényinger felfogására semminemű különleges berendezést nem találunk, addig a leveleken az epidermisz az, amely Haberlandt kutatásai szerint a fény felfogására különleges berendezést mutat, amennyiben a fényirány ingerét a világosságbeli különbségek (intenzitásbeli különbségek) alapján az epidermisz sejtfalához simuló plazmahártya fogja fel. A fény intenzitásának különbségét felfogja pedig a legegyszerűbb esetben a síma felületű epidermisz sejtjeinek homorú belső fala, a legtöbb esetben azonban a külső fal domborodik ki szemölcsszerűen, a fényt koncentráló dioptrikus készülék módjára (ocella), amely esetben különösen vagy egyedül a belső falhoz simuló plazma az ingerfelfogó rész (243. ábra). Ugyanis az epidermiszsejt külső falán levő berendezésnél fogva a fény



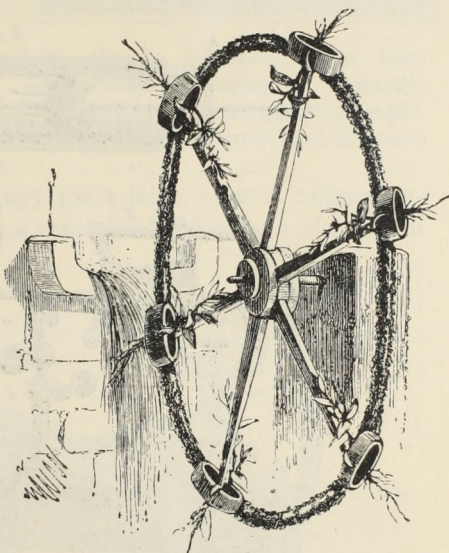
381. A kőfali pintyő magjait a szikla repedésébe vetve. (Kerner.)

merőleges beesésekor a belső fal közepén sötét szegélyű világos folt keletkezik, ellenben ha a fény ferdén esik be, úgy a világos folt a középről eltolódik és a sötét szegély hol keskenyebb, hol szélesebb lesz, ami a plazmahártyán, illetőleg a sejten belől a fény intenzitásának a változását jelenti (380. ábra). Az ily módon felfogott fényhatás jutna azután — a feltétel szerint — legvalószínűbben mint az inger keletkeztette izgalom az epidermisz alatti asszimiláló szövethez és innen az edény nyalábrendszerén át a kiváltás helyéig vezetettnek.

Ha már ebben a fényirány felfogásában a fény intenzitása az, mely az inger felfogására vezet, úgy nem csudálkozhatunk, hogy a fény intenzitását változó eredménnyel váltják ki egyes kivételes esetekben a levelek, nevezetesen az erősebb intenzitású fény folytán más helyzetet öltenek a levelek (pl. *Lactuca scariola*), hogy a delelő verőfény hatását elkerülve, a felkelő és lenyugvó nap enyhébb fényét használhassák ki. A szárszerű képleteken is megállapíthatunk a heliotrópikus jelenségek sorában ehhez hasonló eltérést, nevezetesen a fény irányának ingere, illetőleg a növény nyugvó helyzet iránti igénye megváltozhatnak, pl. a kor előrehaladtával, így a *Linaria Cymbalaria* kocsányán, mely fiatal korban, virágzáskor, nagyobb fény intenzitását szükségelve, pozitív heliotróp, ellenben megporzás után kisebb intenzitású fénnel is beéri, negatív heliotróp lesz és így az érédo termést elrejtetheti, illetőleg magvait a termőhely biztosításával elvetheti. (381. ábra.)

Kevésbé tűnik fel az összes növények elhelyezkedésében is nyilvánuló *geotropizmus*. Hiszen a köztapasztalat is azt bizonyítja, hogy a rendes körülmények között feljődött növény gyökere a talajba függőlegesen és szára a sík talajon függőlegesen helyezkedik el, a levelek és ágak pedig ettől eltérő ferde irányt öltenek. Olyan természetes a növényeknek ilyen való elhelyezkedése, hogy ebben valami különös hatás eredményét sokáig senki se kereste. Az a megfigyelés azonban, hogy a földre csepült, vízszintesen elhelyezkedett száruk csakhamar felemelkednek és hogy a növény gyökerei is mindig a talajba igyekeznek függőlegesen elhelyezkedni, csakhamar azt a gondolatot keltette, hogy a föld vonzása az, amely a növényrészek elhelyezkedését megszabja. *Knight* volt az, aki 1809-ben a nehézségerő hatását látta ebben az elhelyezkedésben, és azt kísérleteiben igazolta is.

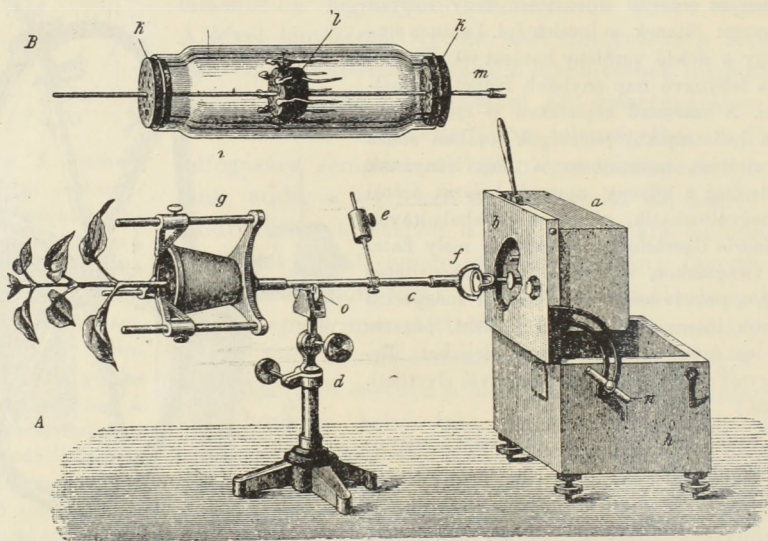
Ennek bizonyosságául a föld nehézségirányának hatását a centrifugalis erővel helyettesítette olyképen, hogy egy vízszintes tengelyen függőleges síkban gyorsan forgó kerék szélére különböző helyzetben csírázó növényeket helyezett, amelyek tovább növekedve, mind olyan helyzetet foglaltak el, hogy száraik a tengely felé, a gyökereik pedig a tengelytől elfelé növekedtek, vagyis úgy növekedtek, mintha a nehézségerő hatásának lettek volna kitéve. (382. ábra.) Ha pedig



382. ábra. Knight kísérlete, amelyben a vízszintes tengelyre erősített kereket függőleges síkban a víz forgatja és a kerék talpára erősített fiatal növénykék szára a tengely felé, a gyökerei pedig a sugár irányában elfelé nőttek. (Baillon.)

a függőleges tengelyre megerősített kerék vízszintes síkban forgott és így a kerék szélére erősített növények a centrifugális erő és a nehézségerő együttes hatásának voltak kitéve, úgy a két kombinált erő közül túlsúlyra jutottnak megfelelően, hol gyors forgatáskor az előbbi módon növekedtek, hol pedig lassú forgáskor a nehézségerő irányát követték. Ebből a tapasztalatból már most azt a tényt állapíthatjuk meg, hogy a növény a nehézségerő és a centrifugális erő hatása közt nem tud különbséget tenni.

A nehézségerő hatásáról még közvetlenebb bizonyítékot szolgáltatott *Sachs* a még most is sok esetben használatos eszközével, a klinosztáttal, melynek vízszintes tengelyére elhelyezett növények vagy növényrészek — ha más ingerektől is elkülönítjük — tisztán csak belső okokból származó növekedési irány-



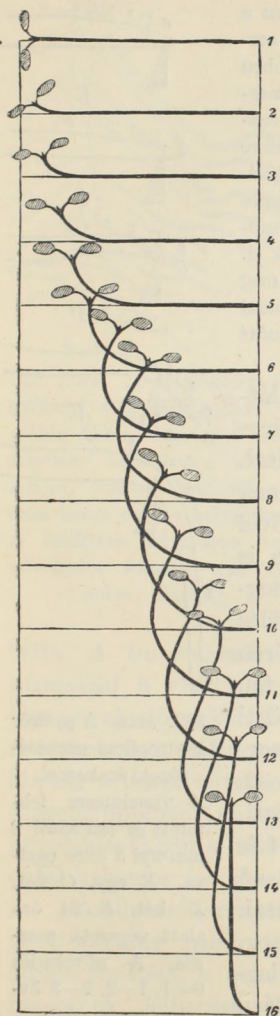
383. ábra. A Pfeffer-féle klinosztát *A* a geotropikus hatás elimináló működésében *h* az óraműszerkezetet tartó szekrény, *n* a szerkezet és fedél *b*, felállítására szolgáló csavar, *a* a vaspléhszekrénybe rejtett óramű, *f* a vízszintes *c* tengelyt bekapcsoló szerkezet, *e* a tengely forgását szabályozó súly, *g* a virágcserep megerősítésére szolgáló készülék, *d* a tengelyt tartó állvány, melynek kerekai felett *o* forog a tengely, *B* a páratelt levegőt igénylő gyökerekkel *l* való kísérletezésre szolgáló berendezés; *m* a tengely, *k* az üveghengert *i* elzáró parafadugók. (Pfeffer.)

ban, tehát autonom mozgással növekednek akkor, ha a tengely 10—20 perc alatt egyszer fordul meg. Ez esetben ugyanis a növények minden része egymásután kerül a nehézségerő okozta inger hatása alá, amiért is ez a minden oldalról való hatás kiegyenlítődik vagyis a nehézségerő egyoldalú hatása ki van zárva (eliminálva van) a tengely folytonos forgása által és a növények úgy nőnek, mintha a nehézségerő nem is hatna rájuk (383. ábra). Ezzel azután közvetlenül bebizonyult a nehézségerő hatása, mely a növény szükségleteinek megfelelően jut kifejezésére, mert hiszen ismerünk gyökereket, amelyek a szárak módjára a talajból kiemelkedve nőnek (a lélekző gyökerek, 325. és 326. ábra) és szárazakat, amelyek a gyökér módjára lefelé nőnek (pl. a gyökértörzsek).

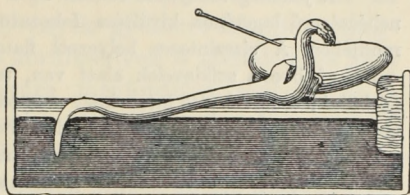
A növénynek azt a tulajdonságát, melynél fogva a nehézsúly irányára határozott helyzetet foglalnak el, *geotropizmusnak* nevezzük, és beszélünk *pozitív* és *negatív*, továbbá *diageotropizmusról* és *tranzverszális geotropizmusról*, sőt a fel-futó növényeken *laterál geotropizmusról* is. Negatív geotropizmust találunk leg-

inkább a szára-
kon, amelyek füg-
gőleges helyzetük-
ből kimozdítva azt
ismételfoglalni ipar-
kodnak, amennyi-
ben még növesre
képesek, vagyis a
vízszintes helyzet-
ből görbülés folytán
a függőleges helyze-
tet foglalják el. Ez

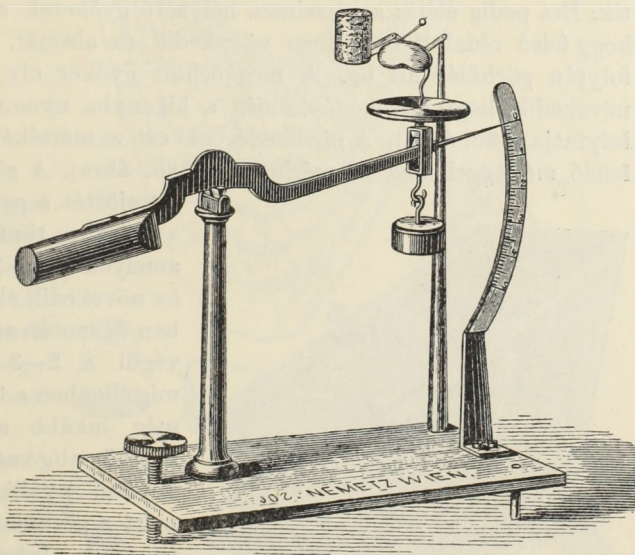
a görbülés is csak úgy jöhet létre, mint a heliotropiz-
mus esetében, hogy a szár növekedő övének alsó oldala



384. ábra. A geotrópikus mozgás lefolyása. A félhomályban nőtt csiranövény geotrópikus görbületeinek egymásra következő szakaszai, amelyek alatt a vízszintesre állított növény fokozatosan felfelé görbül, míg (16) ismét teljesen függőlegesen áll. (Noll.)



385. ábra. A lóbükköny (*Vicia faba*) csiranövénye a higanyon vízszintesre állítva; a gyökér negatív geotrópikus görbülése folytán a higanyba hatol. (Detmer.)



386. ábra. A Wiesner-féle mérleg, a gyökér növekedése alatt az aljatzatra kifejtett nyomásának megmérése.

jobban, a felső oldala kevésbé vagy egyáltalán nem növekedik. A geotrópikus növekedés illetőleg görbülés létrejötte függ a növekedő öv terjedelmétől, a növekedés erősségétől és az illető növényrész érzékenységétől és végül helyzetétől is, mert tudnunk kell, hogy a nehézsúly leginkább akkor hat irányítólag, ha az

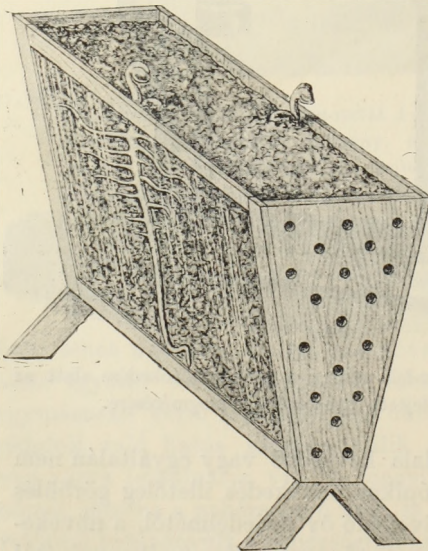
illető növényrész 90 foknyi szöget alkot a nehézségerő irányával. A nehézségerő hatásának megfigyelésekor nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy az inger kiváltása nem szűrik meg mindjárt az inger megszűntével.

A jelenség lefolyását tünteti fel a mellékelt 384. ábra, amelyen a nehézségerő ingerének kiváltása fokozatosan látszik meg a számok sorrendjében. A vízszintesre helyezett fiatal csiránövényke legelőnkebben növekvő öve a szíklevelek alatt van, tehát első sorban itt kezd meg-görbülni; a növekedés intenzitása azonban a szíklevelektől lefelé fokozatosan csökken, miért is a görbülés is mind lassan halad, míg végre elérve a gyökérhez, az egész száracska felegyenesedik. A görbülés előrehaladásával azonban a már előbb felfelé görbült szárrészlet túlmegy a függőleges vonalon, ami azonban a nehézségerő folytonos hatása alatt végül kiegyenlítődik és a növény egészen kiegyenesedetten, függőlegesen helyezkedik el. (384. ábra.) A görbülés létrejöttének alakulásáról világosan győző meg a letiprott fűszárak felegyenesedése is, amelyeknek bütykén az alsó oldal növekedése szemmellátható, annak bizonyosságául, hogy a már kinőtt részek is az inger folytán újra növekedhetnek.

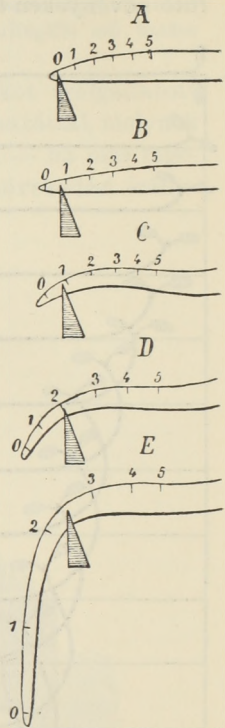
A pozitív geotropizmust a növények főgyökerein láthatjuk, a melyek bármily állásból a függőleges irányt követik. Ezt pedig eléri a vízszintes helyzetű gyökerek azáltal, hogy felső oldaluk erősebben növekedik az alsónál, minek folytán görbülés áll be. A meggörbült gyökér cly erővel növekedik, hogy növekedését még a higanyba nyomulva is folytatja (385. ábra). A növekedésnek ezt a mértékét megfelelő mérleggel meg is mérhetjük (386. ábra). A görbülés

létrejöttét a gyökéren a 387. ábra tünteti fel, amelyen a 0—2 közti öv növekedik első sorban és azután az 1—2, végül a 2—3 közti, míg ellenben a 3—4 és még inkább a 4—5 közti öv alig vagy csak kevésbé nyúlik meg, mert a görbülés a legnagyobb intenzitású növekedéssel bíró övben jelentkezik először

és azután hátrál a még növekedő övbe, amikor a már előbb görbült övek kiegyenesedve nőnek a nehézségerő irányába. A hatás a növekedés mérvének arányában áll be; a képen feltüntetett esetben a B állapot 1 óra, a C 2 óra, a D 7 óra az E 23 óra alatt következett be (387. ábra).



388. ábra. A gyökérágak diageotropizmusának kimutatására szolgáló, fából készült üvegfalú szekrény. (Sachs.)

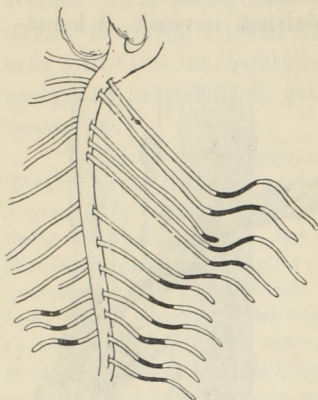


387. ábra. A gyökér geotropikus görbülésének szakaszai.

A vízszintesre fektetett és csúcsától 2 mm-nyi 5 övre osztva, B egy, C két, D hét, E 24 óra alatt végezett mozgás. A növekedés 0—1, 1—2, 2—3 övben ment végbe.

(Sachs.)

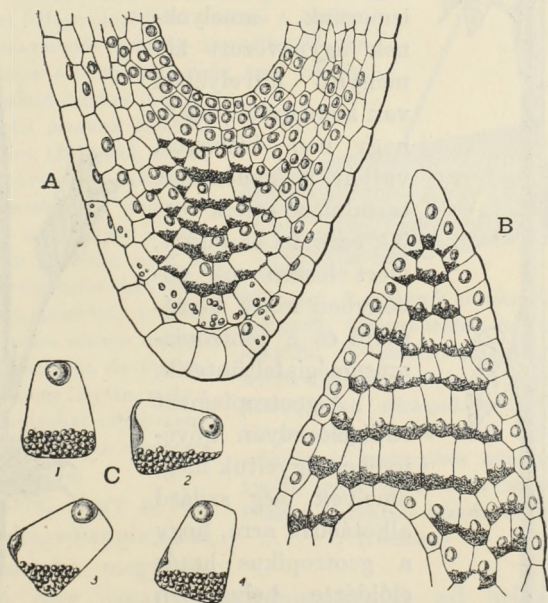
Diageotrópikusok vagyis *plagiotrópikusok* a növény ágai, különösen pedig a gyökérágai, amelyek helyzetükben a függőlegessel bizonyos határozott szöget alkotnak, amelyet jól figyelhetünk meg, ha a gyökérzet megfelelően készített üvegfalú szekrényben fejlődik ki (388. ábra). Ezt az irányt az egyes növények gyökerei állandóan megtartják, ha a külső körülmények is állandók, és ha a geotrópizmus irányára megfordítva állítjuk be a gyökereket, úgy azok az eredeti szögnek megfelelő, de az előbbivel ellentétes irányt foglalnak el, de ismét eredeti helyzetükbe állítva előbbi irányú növekedésüket folytatják (389. ábra). A főgyökér és a gyökérág szögét azonban módosíthatják a nagyobb hőmérsék és a nagyobb világosság; ugyanis ezek a hajlási szöget kisebbé teszik és ennél fogva a gyökérzet a talaj mélyebb részeibe való hatolásra kész-



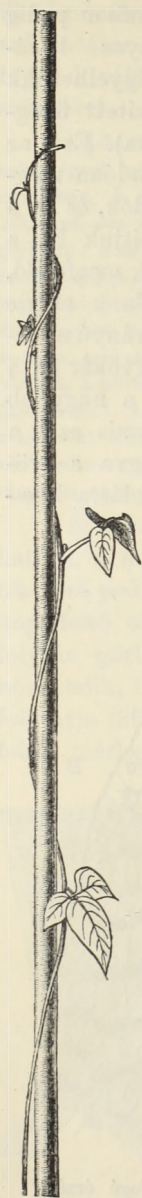
389. ábra. A lóbükköny főgyökere a gyökérágakkal az előbbi ábrán bemutatott szekrényben növesztve; először rendes, később fordított, azután ismét rendes helyzetben. A fordított helyzetben való növekedés feketére van rajzolva. (Sachs.)

tetik. A *transzverszális geotropizmussal* a vízszintes irányban növekedő gyökértörzseken és tarackokon találkozunk, különben a dorziventrális részek diageotrópikusok, de úgy, hogy növekedésükben a háti és hasi oldal helyzete megmarad.

Az ily módon nyilvánuló geotropizmus pedig létrejön, amint említém, a nehézségerő ingerérek felfogása folytán. Kétségtelen, hogy az inger kiváltása a leginkább növekedő övben megy végbe, azért sokáig az inger felfogását is a gyökér csúcsába helyezték. Az inger felfogására többféle elméletet állítottak fel, amelyek közül a *Haberlandt* és *Nemec* felállította hipotézis tartja most



390. ábra. A növények nehézségerőt felfogó érzékszervei. A sejtől csak a sejtfa, sejttag és keményítőszemcskék láthatók. *A* a *Roripa* gyökérsüvegének, *B* a fű első levele csúcsának hosszmetsete, *C* a borsó érzékszervének egy sejtje: 1 geotrópikus nyugalmi helyzetben, 2 vízszintesre fordulva, a keményítőszemcskék az oldalfalon gyűltek meg, itt ingerelve a plazmát. 3 és 4 a sejt ingerhatás folytán előálló helyzetei, amelyekből a nyugalmi helyzetbe jutnak. Nagyítva. (Nemec.)



391. ábra.
A sokvirágú
paszuly (*Phaeolus multi-
florus*) balra
csavarodva
felfutó szára.
(Detmer.)

magát. E szerint a sejt érzékeny plazmájában nagyobb fajsúlyú testek, pl. kristályok és kivált keményítőszemecskék, úgy szerepelnek mint az állatok bizonyos érzékszerveiben a *statolithok*, miért is a hipotézist is *statocysta* hipotézisnek nevezik. A keményítőszemecskék a sejten belül a nehézség-erő irányának hatását gyorsan követik és így a plazmának különböző részeire gyakorolnak nyomást, amely azután a megfelelő inger kiváltását vonja maga után (390. ábra). Az ingert tehát a keményítőt tartó sejtek fogják fel. Sok növényt ismerünk, amelyeknek úgynevezett keményítő hüvelyében van keményítő; csak hogy nem bizonyos, vajjon a keményítőt tartalmazó sejtek fogják csak fel az ingert, mert hiszen sok növényben nincs keményítő és a geotropizmust mégis feltűntetik.

A geotropizmust eddigelé olyan növényeken figyeltük meg, amelyek elég szilárd alkotásúak arra, hogy a geotropikus hatás előidézte helyzetben maradhassanak. Számos növényt ismerünk azonban, amelyek szilárdan alkotása olyan kevésbé szilárd, hogy a földön hevernének, ha valamely szilárd támasz segítségével nem juthatnának kedvezőbb helyzetbe. A szilárd támaszon tüskék, horgok, gyökerek, kacsok segítségével támaszkodnak meg. (124. lap.)

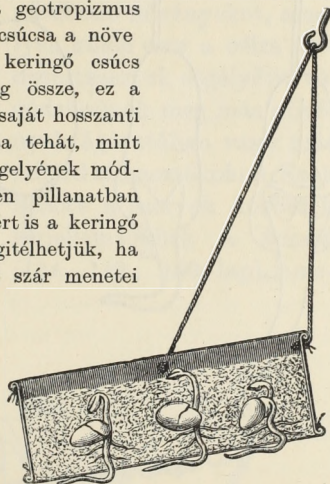


392. ábra. A felfutó komló (*Humulus Lupulus*)
1 a földből kiemelkedő szabad szár vége, 2 egy
bodzafa-kar körül jobbra csavarodva. Természetes
nagysság. (Kerner.)

A kapaszkodó növények sorában a *felfutó növények* azok, amelyek sajátos geotrópikus mozgással ragadják meg a támasztékot, amennyiben rácsavarodnak. Erre pedig képesíti őket az a sajátosságuk, hogy a nehézségerő ingere egyik, és pedig a jobb, vagy bal oldaluk növekedését segíti elő, úgy hogy a szár görbülése horizontális síkban következik be és a szár csúcsának keringő mozgását idézi elő. A geotropizmusnak ezt a nemét *laterális geotropizmusnak* nevezzük.

Az ilyen felfutó növénynek, pl. a szuláknak, fiatal szára még függőlegesen helyezkedik el. További növekedésében a szár szabad csúcsa aktív módon oldalra görbül és diageotropikus hatás folytán ferde helyzetű lesz. Ugyanekkor az oldalra hajló csúcs keringő mozgást kezd végezni és pedig balra vagy jobbra. Ezt a keringést létrehozza pedig az, hogy a fiatal elhajló szártagok a bal vagy a jobb oldalának növekedésére a geotropizmus gyarapítólag hat. Ez utóbbinak következménye, hogy a szár csúcsa a növekedő oldallal ellenkező oldal felé mozog; minthogy pedig a keringő csúcs az alsó felfelé irányuló szártagokkal ívszerű vonalban függ össze, ez a mozgás szükségszerűen arra kényszeríti a keringő csúcsot, hogy saját hosszanti tengelye körül hasonló irányú mozgást végezzen. A szár csúcsa tehát, mint az óramutató, körben mozog és egyidejűleg az óramutató tengelyének módjára saját tengelye körül is mozog, minek folytán minden pillanatban újabb és újabb részek jutnak az ingert felfogó oldalsíkba, miért is a keringő mozgás mind tovább folytatódik. A csavarodás irányát megítélhetjük, ha a csavarodást felülről tekintjük meg, akkor a balra csavarodó szár menetei északról nyugaton, délen és keleten át ismét északra jutnak, ellenben a jobbra csavarodó szármenei északról keleten, délen, nyugaton át jutnak vissza északra. (391., 392. ábra.) Ezzel a mozgással azonban a felfutó növénysszár körüljárhatja a csakis függőlegesen álló támasztékot, de még nem csavarodik reá. A csavarodás ugyanis nem csupán a mostanáig leírt laterális geotropizmus folytán jön létre, mert ez csak a hajtás felálló és ferde, illetőleg vízszintes része közt szerepel, a felemelkedő rész negatív geotropizmusú, a ferde pedig diageotropizmusú. A növekedő csúcs eleinte nagyon sekély csavarvonalban fogja körül a támasztékot, de fokozatosan meredekebb lesz a negatív geotropizmus folytán, mely a sekély csavarvonalban elhelyezkedő szártagokat mind meredekebb helyzetre kényszeríti és a támaszték híján egyenesre húzná, minélfogva a csavarmentet hozzászorúl.

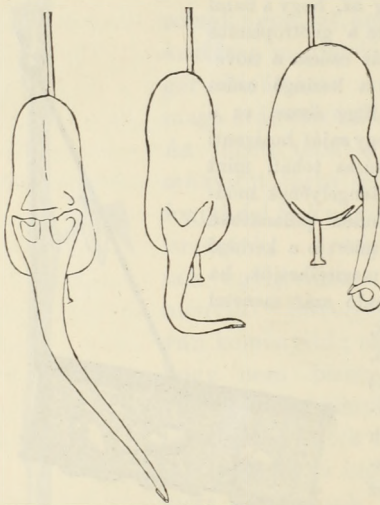
Jellemző a csavarodó szárra, hogy a ferdén álló hajtás csúcsának diageotropizmusa fokozatosan laterális geotropizmusba megy át, mely lassanként a lefelé álló rész negatív geotropizmusának ad helyet. A csavarodást főleg a keringő mozgás és a negatív geotropizmus hozza létre. És, hogy ebben a csavarodásban csakugyan a geotropizmus sajátos hatása nyilvánul meg, legjobban abból tűnik ki, hogy a geotropizmus hatását kiküszöbölő klinosztáton a sajátos mozgás megszűnik és a csavarodó szár kiegyenesedik. A legtöbb felfutó növény (pl. szulák, bab (391. ábra), Pharbitis balra csavarodik, ritkábbak a jobbra csavarodó növények mint a komló (392. ábra), jerikói lenc, a szulák, keserűfű; néhány felfutó növény vagy jobbra, vagy balra csavarodik, pl. piros ébszőlő. Jellemző még a csavarodó növényekre, hogy a balra csavarodók csúcsa is balfelé



393. ábra. A gyökerek hidrotropizmusának bizonyítására szolgáló készülék. A zsinórral a szögre ferdén akasztott szitába helyezett fűrészpörban csiráznak a lóbükkönymagvak és a szita hálószekein át geotropikus irányban kinőtt gyökerek a szita nedves felülete közelében nőnek tovább. (Detmer.)

végzi a keringő mozgást tehát az óra mutatóval ellenkező irányban, ellenben a jobbra csavarodóké jobbfelé kering. A csavarodó növény alkotása ehhez a mozgáshoz alakjában is alkalmazkodott, amennyiben rendkívül hosszú szártagjai fejlődnek és levelei sokáig igen aprók maradnak és csak a csavarmenet kialakulása után nőnek meg, minélfogva a keringő mozgást nem akadályozzák meg súlyukkal és lemezüknek a támasztékhoz való ütődésével.

A geotropizmus és a heliotropizmus kétségen kívül a legáltalánosabb jelenségei a növénynek; ezeken kívül azonban ismerünk még számos más ingert, amely a növény növekedésére



394. A lóbükköny gyökerének csúcsára oldalt ragasztott kis papiros-szeletke, amely sérülést okozva a gyökérnek a sérüléssel ellenkező oldalra való begörbülését okozza. (Darwin.)

irányítólag hat. Nevezetesen ilyen a *thermotropizmus*, amely akár sugárzó hő, akár vezetett hő alakjában hat is, de egyoldalú ingerlése a növényt arra kényszeríti, hogy megszabott irányától eltérjen, így Voechting szerint az *Anemone stellata* kocsányai a nap járását követik, mert pozitív thermotrópok, aminők még valószínűleg a berki kökörcsin és az erdei tulipán. Még jobban tűnik elő a thermotropizmus a gyökereken, ha azok egy vaslemezről készült edényben nőnek, amelyet egyik oldaláról melegítünk: ez esetben a gyökerek a magasabb hőmérsékű helyen negatív, az alacsonyon pedig pozitív thermotrópok lesznek. Ez idő szerint csak a különböző irányokból egyenlőtlenül ható hő ingeréről beszélhetünk.

Az *elektromosság* ingerhatását is tanulmányozták már, de eddigelé csak azzal az eredménnyel, hogy a negatív elektrotropizmus esetében a gyökér csúcsának ingerlése folytán áll be az inger kiváltása. Ennek a növényre való vonatkozását nem ismerjük és valószínűleg csak annak a bizonyossága, hogy a növény sok olyan ingerelhetőséggel bír, amely reá nézve haszonnal nem jár.

A növények *chemotropikus* mozgását létre hozza a bizonyos oldott anyagoknak egyenlőtlen eloszlása. A jelenséget különösen a gombák myceliumán és a pollenből fejlődött tömlőkön vizsgálták. Megállapították, hogy vannak anyagok, amelyek felé szívesen növekednek, ha bizonyos telítettséggel bírnak. A telítés foka igen különböző lehet, mert pl. a húskivonat 0.005 százalékos oldata a *Sapro-*

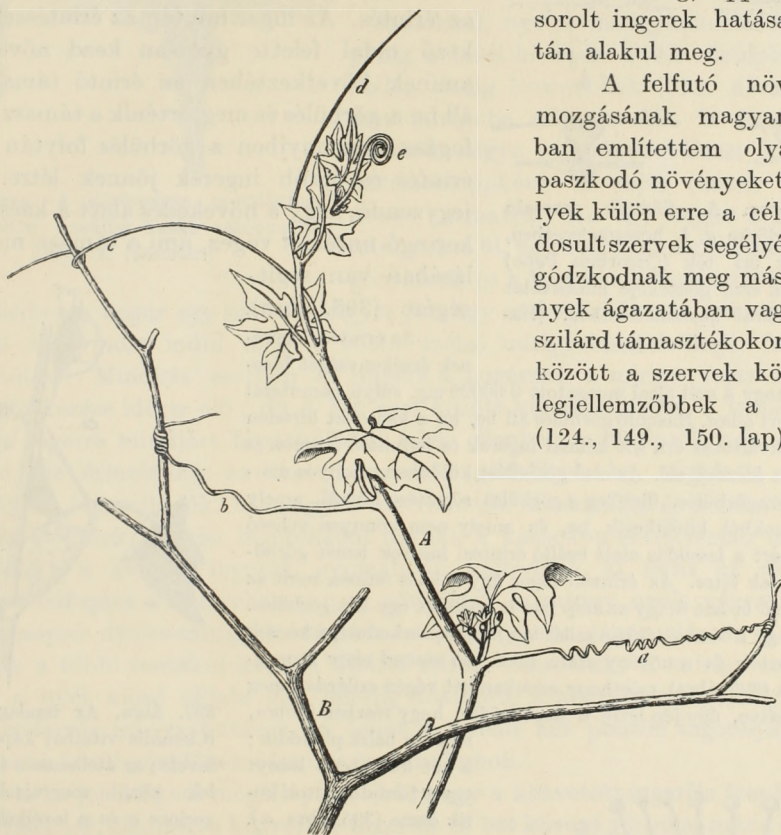
legniára nézve az inger küszöbe, ellenben a *Mucor Mucedora* nézve a szőlőcukor 0.01 százaléka alkotja a küszöböt. A növekedésre korlátozólag ható telítettségű oldatokat nem ismerünk, mert ezek az érintéskor a növekedő részre máris öléleg hatnak. A gombákra chemotropikus hatást gyakorolnak az ammóniavegyületek, foszfátok, peptonok, asparagin, cukrok, amelyek különben a pollentömlőket is erősen csalogatják a hozzájuk való növekedésre.

Végül még a *hidrotropizmus*ról is meg kell emlékeznünk, amely abban áll, hogy a gyökerek száraz talajban a nedvesebb részek felé irányíthatnak növekedésükben, aminélfogva geotropikus irányukból eltéríttetnek, vagyis pozitív hidrotrópok, amit különben kísérletileg is bebizonyíthattunk (393. ábra). A szárazak közül csak egyesek, pl. a burgonya, a len csirázó növénye negatív hidrotrop, ellenben a gombák többnyire negatív hidrotrópok, vagyis a nedves felületől elfelé nőnek.

Említhető még a *rheotropizmus* a közegben végbemenő egyirányú mozgás, pl. folyóvíz hatása, a *traumatotropizmus*, mely a gyökereken jelentkezik, ha kémiai szerek, nyomás vagy nagy hő folytán tenyészcúcsuk megsérül, minek következtében a sértő testtől elgörbülnek (394. ábra), és a mely sajátosság készíti a gyökeret a talajban az akadályoktól való elgörbülésére; azután az *aerotropizmus*, mely tulajdonképpen a chemotropizmushoz tartozik, de gázalakú vegyületekkel szemben jelentkezik.

Mindezek kisebb-nagyobb mértékben a növénynek növekedési irányára gyakorolnak befolyást. A növényeknek a talajon vagy a talajban való elhelyezkedése a külső tényezők ingerének a hatása. A növénynek is a talajhoz való helyzete előre nincs megszabva, mert a sokat hangoztatott *magairány* (Substratrichtung) éppen a felsorolt ingerek hatása folytán alakul meg.

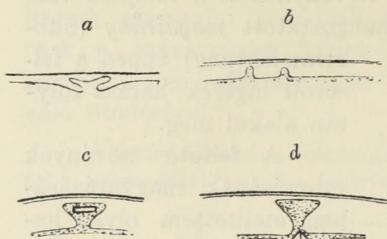
A felfutó növények mozgásának magyarázásában említettem olyan kapaszkodó növényeket, amelyek külön erre a célra módosultszervek segélyével fogózkodnak meg más növények ágazatában vagy más szilárd támasztékokon. Ezek között a szervek között a legjellemzőbbek a *kacsok* (124., 149., 150. lap), ame-



395. ábra. A földitök (*Bryonia alba*) szára *A*, mely a fa száraz ágaiba *B* kapaszkodik kacsáival, *a* kifejlődött és megcsavarodott, *b* a csavarodás kezdetén, *c* a megfogódzó, *d* kialakuló és *e* fejlődő, még bepödrött állapotában levő kacs. (Sachs.)

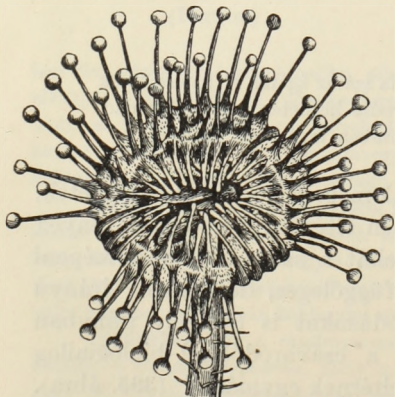
lyek a támasztékra való pödrésekkel kapaszkodnak meg. A kacsok oldalképletek, amelyeken függ a főtengejük, a száruk, és ebben eltérnek a kacsos növények a felfutó növényektől, amelyeknek főtengeje, tehát a szára a tulajdonképeni kapaszkodó szerv. A kacsok különben nemcsak függőleges, de bármely irányú támasztékon is megkapaszkodhatnak és csavarodásukat is bármely irányban végezhetik. Ha tehát a kapaszkodó növények a csavarodókkal biológiaiilag meg is egyeznek, élettani szempontból nagyon eltérnek egymástól (395. ábra). A kacsok dorziventrális szerkezetűek, interkalárisan gyorsan növekednek; az érintési ingert epidermiszükkel fogják fel, amelyben némely növényen sajátos érző gödörkék fejlődnek (396. ábra). Nem mindennemű érintés hat inger-

ként, hanem csak az, amely valamely szilárd test egyenetlen felülete által jön létre. Másnemű érintés, pl. nyomás vagy ütés, pl. esőcsepp ütése nem okoz



396. ábra. A földitök kacsain levő gödörke *a, b* hosszmetsetben, *c, d* az uri tök (*Cucurbita Pepo*) kacsainak érző gödörkéje mézsoxalat kristálykával hosszmetsetben. (Haberlandt.)

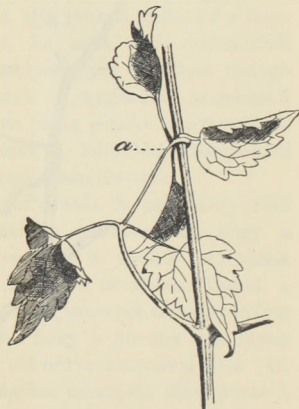
nyítja, hogy a szél által mozgatott 0.00025 mg. súlyú pamutszál már ingert alkot. Hasonló görbülés áll be, ha a kacsokat hirtelen hőmérsékváltozás éri, sőt kémiai ingerek és indukáló áramok is görbülést idéznek elő. Az első görbülést különben bizonyos mértékű visszagörbülés, illetőleg a görbület rögzítése követi, amely belső okokból következik be, és amely nem könnyen vehető észre, mert a lassulás alatt beálló érintési ingerek ismét görbülést hoznak létre. Az érintési inger úgy a kacs csúcsa, mint az alapja felé is hat és így az alap felé is beállhat egy-két görbülés. Most, hogy a támasztékban szilárdan megkapaszkodott, a kacsok a támaszték és a növény szára közé eső szabad része is megpödrödik (395. ábra), minthogy azonban két végén szilárdan meg van erősítve, úgy jön létre a bepödrődés, hogy részben jobbra,



398. ábra. A kereklevelű harmatfű levele a megfogott léggel. Nagyítva.

ingert. A kacsnak nem minden oldala reagál az ingerre egyformán, de az ingerkiváltás be-következik bármely oldalon következett is be az érintés. Az inger folytán az érintéssel ellenkező oldal felette gyorsan kezd növekedni, aminek következtében az érintő támasz felé áll be a görbülés és megtörténik a támasz körül-fogása, amennyiben a görbülés folytán újabb érintés és újabb ingerek jönnek létre. Megjegyzendő, hogy a növekedés alatt a kacs hegye keringő nutációt végez, ami a támasz megtalálásában van segítségére (395. ábra).

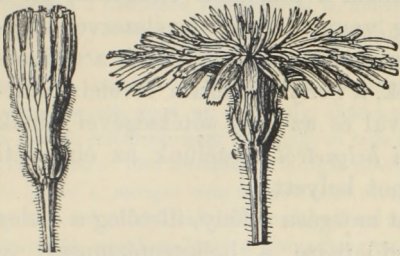
Az érintés ingerének érzékenységet bizo-



397. ábra. Az iszalag bérce (*Clematis vitalba*) kapaszkodó levele; az átellenesen álló levelek közül megrajzolt levél gerince *a* és a levélké nyelei is a szár körül csavarodnak. (Chodat.)

részben balra pödrödik; a két különböző irányt egyes fordulópontok kötik össze (395. ábra *a*). Ezután a kacs alsó részében meg is vastagodhatik, sőt, amint a szőlőn látható, meg is fásodhatik. Említésre méltó, hogy a fungáló kacsok hosszabb időn át élnek mint azok, amelyek meg nem kapaszkodhattak. Hasonló kacsszerű mozgást végeznek pl. a *Tropaeolum* levél-nyele, az iszalag levél-gerince (397. ábra) is. Egyes kacsok nem pödrödnek be, de a sima falra tapadva, szívó koronghoz hasonlóan alakulva ki, kapaszkodnak meg (*Ampelopsis Veitchii*). A heterotroph növények sorába tartozó aranka is eleinte a csavarodó növények módjára növekszik, csakhamar azonban úgy viselkedik mint a kacs, amidőn a gazdanövényt szorosan körül fogja, tehát az érintési ingert megérzi, amelyre azonban nemcsak a görbüléssel felel, de szárának homorú oldalán még a szívókák fejlesztésével is válaszol (89. ábra).

Az érintési ingernek (*haptotropizmus* vagy *thigmotropizmus*) kitünő példáját szemlélhetjük a *Drosera* és a többi húsevő növények levelein, amelyeken

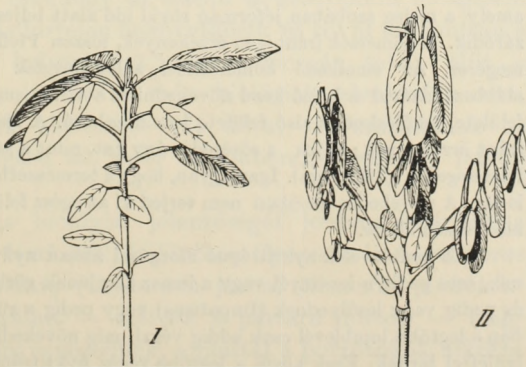


399. ábra. A közönséges oroszlánfog (*Leontodon hastilis*) fészke záródva és kinyilva. (Detmer.)

a mozgás a rovarok megfogására és az emésztésre szolgál. A *Drosera* kissé homorú levelei fedve vannak úgynevezett tentakulumokkal, nyeles mirigyszemölcsökkel és pedig a levél közepén levők rövidebbek, a szélén pedig hosszabbak (318. ábra). Minden mirigybe edénnyaláb is vezet és a gömbös hegye váladékot választ ki, mely harmatcseppként ül rajta (innen magyar neve: harmatfű). Ha egy bogár a középső mirigyekre ül, úgy a szélsők csakhamar befelé görbülnek és a bogarat lefogják (398. ábra).

Ha ellenben a bogár egy szélső mirigyre jut, úgy az begörbül vele a levél közepe felé és csak most indul meg a többi szélső mirigyeknek a bogár felé való begörbülése. Mindkét esetben az ingert a bogárnak a mirigy fejes részével való érintkezése idézte elő; de a két eset között különbség van, a szélső tapogató az ingerre mindjárt begörbüléssel felel, ellenben a középsők nem görbülnek be, de érintésükre az őket környezőket görbülnek be, vagyis a szélsők közvetve is ingerelhetők. A mirigyek ingerelhetők mechanikai és kémiai ingerek által, az előbbiek érintési ingerekként hatnak a kacsokon érvényesülő ingerhez hasonlóan; a kémiai ingerek gyorsabban váltódnak ki mint az előbbiek. Az inger felfogása a mirigyben van, a görbülést a mirigy nyele végezi. Tehát ha a középső nyeles-mirigyek megérintetnek, úgy az inger először a nyélen lefelé és a többi tentakulumokba alulról felfelé vezettetik. A mirigy ingerlése esetén a nyél külső oldala lesz mindig domború. A közvetett ingernél mindig az inger-forrás iránya határoz, ha tehát a levelet két ponton ingereljük, úgy e két pont körül görbülnek össze a tentakulumok.

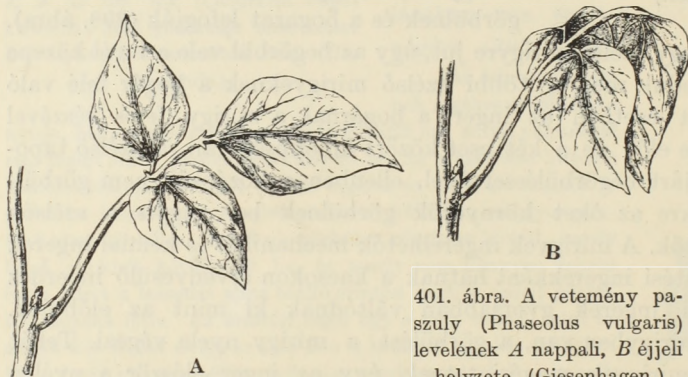
Ebből a jelenségből megállapíthatjuk, hogy a közvetett ingerlés tropisztikus görbüléssel jár, ellenben a közvetlen ingerlés és ezt követő görbülés már a *nastiák* sorába tartozik, mert a görbülést a növény sajátossága határozza meg. Ilyenformán a kacsok, de még inkább a *Drosera* tentakulumjainak görbülése a tropizmákról átvezet bennünket a *nastiákra*. Amelyek közül figyelmünket legelőbb azok ragadják meg, amelyek már régibb idő óta, mint a *növények alvása*, ismeretesek, jöllehet a növény ezt a mozgását és a mozgás után következő állapotát legkevésbé sem lehet az állatok alváásával összehasonlítani.



400. ábra. A *Desmodium gyrans* levele I. nappali, II. éjjeli helyzetben. (Darwin.)

A természet kedvelőinek igen hamar feltűnik, hogy vannak virágok, amelyek nappal kinyílnak, este pedig záródnak, mint pl. a tulipán, a sáfrány, a madártej, a tündérrózsa, vagy pedig a virágzatok közül a fészkesek virágzata, pl. a pitypangé, az oroszlánfogé, amikor is a virág vagy virágzat levélszervei helyzetüket is megváltoztatják (399. ábra). Így megváltoztatja helyzetét a világosság változtatával sok lomblevél, pl. a szegfűfélék, a nyenyúlhozám levelei. Mint-hogy ezek a változások a nappal világosságával és az éjjel sötéttségével állnak kapcsolatban, helyesebb, ha *nappali és éjjeli helyzetről* beszélünk az ébrenléti vagy nyitott és az alvási vagy záródott állapot helyett.

A leveleknek, illetőleg a virágoknak ez a mozgása a fény, illetőleg a meleg hatása folytán jön létre, de nem tévesztendő össze a heliotropizmussal és a thermotropizmussal, mert ezek a növekedést irányítják,



401. ábra. A vetemény pászuly (*Phaseolus vulgaris*) levélének A nappali, B éjjeli helyzete. (Giesenhagen.)

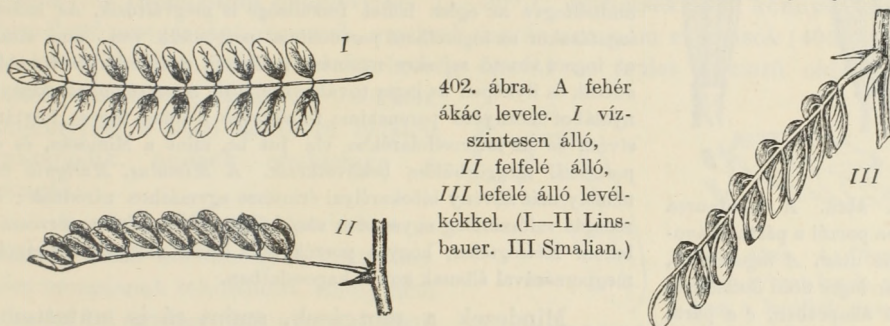
hosszabb-rövidebb ideig tartó ingerhatással; ebben az esetben ugyanis nem annyira a fény és a meleg hatása érvényesül, mint inkább a fény vagy a meleg különböző intenzitása időrendbeli változásainak a hatása; a kezeltette mozgás nasztikus mozgás,

amennyiben a növény által megszabott irányban folyik le. Ennélfogva a fény és meleg okozta nyílást és záródást *photonasztikus* és *thermonasztikus* mozgásnak lehetne nevezni, minthogy azonban a régebbi, de helytelen nyktitropizmus is használatos, még *nyktitropikus* mozgásról is beszélhetünk.

Ezeket a mozgásokat összehasonlíthatjuk a kacsok mozgásával, melyet a hirtelen hőmérsékváltozáskor szenvednek. A virágrészek változásait különösen a tulipán virágain láthatjuk, amely a meleg szobában jóformán rövid idő alatt teljesen szétnyílik, de ismét hűvös helyre véve, záródik. A hőmérsék iránt igen érzékenyek, hiszen Pfeffer szerint a sáfrány $\frac{1}{2}^{\circ}$ C változást már megérez. Az emelkedő hőmérsékkel a lepellevélek belső felülete növekedik, míg a hőmérsék alábbszállásával a külső kezd növekedni és a virág ismét záródik, tehát melegedéskor a levél felső felülete, lehüléskor az alsó felülete lesz domború. A fészkesek virágzatai inkább a fényváltozás iránt érzékenyek; rájuk a sötétetés úgy hat, mint a sáfrányon a lehülés, és a világosság, mint a felmelegedés (399. ábra). Igaz ugyan, hogy a természetben a nagyobb világossággal nagyobb meleg is jár. A növekedés azonban nem terjed ki az egész felületre, hanem inkább csak a levélképletek alsó részén áll be.

A lomblevelek nyktitropikus mozgásai abban nyilvánulnak, hogy nappal vízszintesen kiterülnek, este pedig a levélnyél vagy a lemez alapjának görbülése folytán függőlegesen helyezkednek el, és pedig vagy lesüllyednek (*Impatiens*) vagy pedig a rügyre szorúlnak. Ezeket a mozgásokat azonban a legtöbb lomblevél csak addig végzi, míg növekedik. De vannak levelek, amelyek úgynevezett izülettel bírnak. Ezek közül a legtöbb végez nyktitropikus mozgást, pl. a hüvelyesek, madársóska, metélyfű stb. A sokat emlegetett *érzőke* (*Mimosa*) szárnyasan összetett levelein nemcsak a levélnyél, a levélgerinc, de a levélkék is bírnak izülettel. Nappal a levelek ki vannak terülve és a

szárral 60 foknyi szöget alkotnak, éjjel a levélnyel 80—120° szöget alkot (21. ábra). Hasonlót látunk az üvegházaink *Desmodiumján* (400. ábra), továbbá a *paszulyokon* (401. ábra) és *ákácokon* (402. ábra) is. Valamennyi éjjel merőleges helyzetet foglal el. Ugyanezt a helyzetet foglalják el azonban a hőmérsék változásával is, amennyiben a hőmérsék emelkedése úgy hat mint a világosság, a süllyedése pedig mint a sötétség. Ámde a nagyobb hő, amely a növények szerint változó magasságú, sokszor ugyancsak záródásra, illetőleg éjjeli helyzetre kényszeríti a virágot, illetőleg ez esetben a lomblevelet. Sokszor a nagy hőmérsék keletkeztette jelenség csak külsőleg hasonló, mert pl. a paszuly, ákác a nagy melegben nem az éjjeli helyzetet foglalja el, hanem a levelek felemelkednek és a nagyon erős fénynek megfelelő helyzetet foglalják el. (402. ábra.) Az izülettel bíró leveleken a mozgás növekedés nélkül következett be, a fiatal levelek kivételével, és így ez a mozgás nem nutacionális mozgás, hanem visszatérő (variaconális) mozgás, amelyben az izület domború oldalán megfigyelhető feszültség a duzzadság folytán alakul meg. A kísérletek igazolták azonban, hogy a duzzadság az egész izületben jelentkezik, de nem egy időben köszönt be, vagyis a domború oldalon erősebben vagy gyorsabban jön létre. És hogy a mozgások csakugyan ilyképpen jönnek létre a fény és hőmérsékváltozások keletkeztette duzzadság folytán, azt



402. ábra. A fehér ákác levele. I vízszintesen álló, II felfelé álló, III lefelé álló levélkékkel. (I—II Linsbauer. III Smalian.)

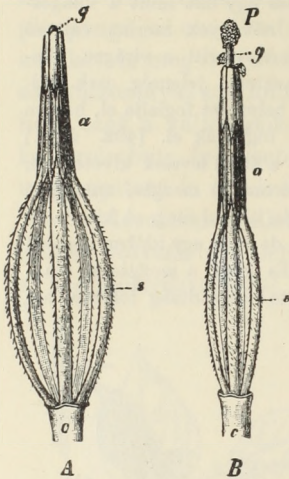
bizonyítják a klinosztáton végzett kísérletek, amelyeken az első napokban a nyktitropikus mozgások szabályszerűen jelentkeznek.

A nyktitropikus mozgásoknak biológiai jelentőségére már Darwin rámutatott; a függőleges helyzetű levél ugyanis sokkal kevesebb meleget sugároz ki éjjel mint a vízszintes helyzetű, de a harmat is kevesebb lepi el és így *Stahl* szerint a párolgást nem akadályozza. A virágok záródása valószínűleg a melegvesztesség ellen való védelem, továbbá a legitim megporzáshoz való alkalmazkodás, sőt Kerner szerint még a pollenszemecskék védelme is, ami azonban újabb kutatások szerint csak kevés virágra áll.

A *mimóza* leveleinek mozgása azonban *lökésre*, egyáltalán *mechanikai* és *kémiai* ingerekre is bekövetkezik, csak hogy az előbbi nyktitropikus mozgással szemben a lökés ingerére a mozgás hirtelen bekövetkezik és rövid idő múltán a levelek ismét elfoglalják rendes helyzetüket; ez a mozgás tehát elüt a nyktitropismustól és a növényre nézve is más biológiai jelentősége van, nevezetesen valószínűleg a rovarok elijesztése (21. ábra). A mimózának ez a lökés ingerére bekövetkező mozgása az, mely az emberek figyelmét felkeltette és ma is idegenszerűleg hat.

A lökésre következő mozgás biológiai jelentőségét jobban ismerjük a *porzón*, mint a *Berberis*, *Mahonia*, fészkesek, különösen *Cynereae* és *Liguliflorae* porzóin. Ha például az *imola* búzavirág (*Centaurea jacea*) összenőtt porzótokjainak kifelé domborodó szabad szálait — melyek a pártára nőttek — megérintjük, úgy megrövidülnek és kiegyenesednek, amiáltal a porzótokok alkotta csövet lefelé húzzák és a pollenszemecskéket a csőbe alulról betorkolló bibeseprő szőrszálai kisérik a cső felső nyílásán (403. ábra). Az érintésre

azonban csak a megérintett szál húzódik össze, mert ingervezetés itt nincs. A sóska *cerje* porzói csak alapjuk befelé eső oldalán ingerelhetők, minélfogva a megrövidülés itt következik be és a befelé hajló porzósál a portokot a bibéhez hajtja (404. ábra). A porzók tehát a lökés ingerére végzik mozgásukat; hasonló mozgást ismerünk a kaktuszokon, a hársféléken is. A legtöbb esetben ezek a mozgások a megporzást könnyítik meg.



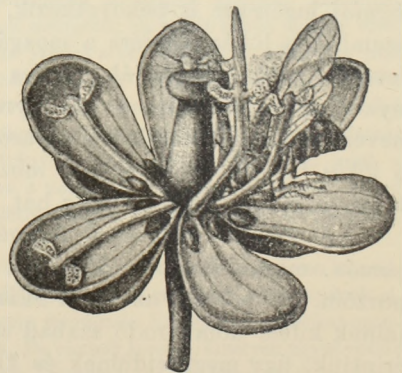
403. ábra. A *Centaurea jacea* porzói a párta eltávolítása után. A ingerelhető, B az inger után összehúzott állapotban, c a párta alsó része, s a porzósálak, a porzótokcsó, g bibeszál, P pollen. Nagyítva. (Pfeffer.)

Ami magát az inger felfogását és kiváltását illeti, *Haberlandt* végzett eredményes vizsgálatot, e szerint a *Mimosa* lökészerű érintésekor az ízületek háncsrészében levő tömlőszerű sejtek, amelyek nyitott porusokkal bírnak a keresztválszfalakon, vizet adnak ki magukból a sejtközi járatokba és így feszültségük megváltozik, aminélfogva az egész ízület feszültsége is megváltozik. Az ízület izgatásakor az ingerelhető parenchima pettyhűdt lesz, ami által az ingert vezető sejtekre nyomást gyakorol, mely ezekben tovább adódik és ilyképen az inger továbbvezetődik. A porzók az edénynyalábot környező parenchima feszültsége a lökés ingere folytán elvész és az intercellulárekbe víz jut be, mint a *Mimosán*, és a porzósál meggyűrűzése bekövetkezik. A *Mimulus*, *Martynia* és némely más növény bibekarélyai érintésre egymáshoz záródnak; a mozgás valószínűleg ugyanazon okokból jön létre, mint a porzósálakon. Kétségtelen, hogy a porzók és a bibék mozgása a virágok megporzásával állanak szoros kapcsolatban.

Mindezek a mozgások, amint rá is mutattam, mind inger keletkeztette mozgások vagy paratónikus, tehát indukált mozgások, amelyekkel szemben találunk nem a külvilág befolyása alatt, hanem a növényben rejlő belső vagy ismeretlen okokból létrejött moz-

gásokat: a *spontán vagy autonóm mozgásokat*. A paratónikus mozgásokat inger keletkezteti, de csak olyképen, hogy indítékul szolgál a növényben levő energiámmennyiség felhasználásával mozgás végezésére. A paratónikus mozgások során nem feltűnő körülmény, hogy a különböző ingerek a növény egy és ugyanazon részén különböző mozgásokat váltanak ki, de jelentős és meglepő, hogy ugyanazon inger a növény különböző részén különböző mozgásokat vált ki, aminek oka bizonyára az egyes részek közötti korreláció, mely az összesség egyenletes reakcióját megakasztja. Ez esetben tehát a külső ingerekkel együtt a belső tulajdonságok is irányítólag hatnak.

Ha a formálódási feltételeket a legjobb minőségűnek és állandónak feltételezzük és a külső tényezőket egészen kizárjuk, úgy az inger keletkeztette mozgások kimaradnak. És mégis a növény ily körülmények között is végez mozgásokat és pedig azért, mert a



404. ábra. A sóska borbolya kissé nagyított virága látogató méhhez. (Francé.)

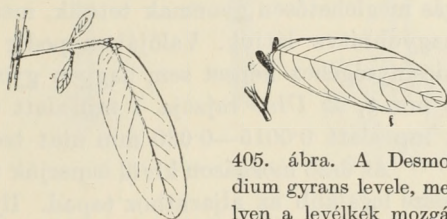
fentebb említett körülmények a növekedésre is kedvezőleg hatnak, éppen azért számos növény a növekedésben nem követ egyenes irányt, hanem növekedésbeli görbüléseket végez, sőt még variacionális mozgások is létrejöhetnek. Ilyen inger nélkül keletkezett növekedésbeli és variacionális mozgásokat *autonóm* vagy *spontán* mozgásoknak nevezzük, amely nevek azonban nem azt jelentik, hogy ezeknek a mozgásoknak nem volna meg az oka. Az ok a növény belsejében rejlő, vagyis azokat máshol nem kereshetjük, tehát az autonóm mozgások ingere belső, ennyiben tehát ezek az autonóm mozgások is indukált mozgások.

A nyktitropikus mozgások a hüvelyes növények sorában nem minden izülettel bíró növényen jelentkeznek. Pl. a lóhere levélkéi sötétben és a napszakoktól függetlenül végeznek mozgásokat, tehát autonóm periódikus mozgással bírnak. A *Desmodium* oldallevélkéi 27—30° C. hőmérsékleten könnyen megfigyelhető mozgásokat végeznek, amelyek tisztán autonóm mozgások (405. ábra). A két példában minden valószínűség szerint az ízület homorú oldalán a sejtek feszültsége annyiival csökken, amennyivel a felső domború oldalon gyarapodik, aminek eredménye a mozgás.

A növekedés nagy periódusa is állandó külső körülmények közt autonóm mozgásnak tekinthető, amely nem köszönt be egyenes irányban, hanem a növekedő test különböző hosszanti vonalában különbségeket mutat, minek folytán a növekedő csúcs felülről tekintve különböző görbe megtört vonalak irányában mozog. (406. ábra.) Még inkább mozog a többszörös növekedő örvvel bíró növény, amelynek különböző oldalai nem egyidőben és nem is egyenlő mértékben nyúlnak meg (a régiek címűnutációja).

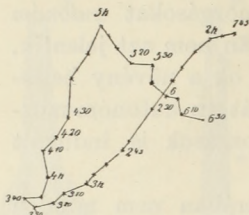
A növekedő részeknek ezt a mozgását *nutációnak* mondják, amelynek sok alakját különböztetik meg. Ezek közül a legismertebb a *keringő nutáció*, amellyel például a kacsok hegyén találkozunk és amely a *Desmodium* kis levélkéi mozgásának felel meg. Ilyen nutációval bíró növény csúcsa nem kört, hanem szűk kerületet ír le, miért is *ingó nutációnak* (vagy unduláló, hullámszó) nevezik; a kettő közt nincs nagy különbség. Éppen úgy nincs különbség ezen *periódikus* és az *efemer* nutációk közt, amely utóbbiak különösen a gyökereken és szíkalatti szárazokon, de különösen a rügyben begömbült levélképleteken gyakoriak. Ezeknek két alsó és felső oldala egyenlőtlenül növekedik, ha az alsó növekedik jobban, akkor a levél a szárhoz hajlik (hózzáhajló, hiponasztikus), ellenben ha a felső nő inkább, úgy a képlet a szártól elhajlik (tőle hajló, epinasztikus). Ilyenféle növekedés szabja meg, még külső tényezők hozzájárulásával, különösen a fás növények ágainak helyzetét is.

Az eddig felsorolt paratónikus és autonóm mozgások mind a helyhez kötött növényen jelentkeznek és csak helyzetbeli változással, de nem helyválttatással járnak. Ismerünk azonban olyan mozgásokat is a talajhoz le nem kötött



405. ábra. A *Desmodium* gyarans levele, melyen a levélkéi mozgásának különböző helyzete van feltüntetve s, f. (Duchartre, Jost.)

növényeken, továbbá a helyhez kötött növények sejtjeiben is olyan mozgásokat, amelyek helyváltoztatással járnak (lokomotórikus mozgások), amelyekben ugyan-



406. ábra. A kukorica csiranövénye nutációjának vetülete. (Fritzsche.)

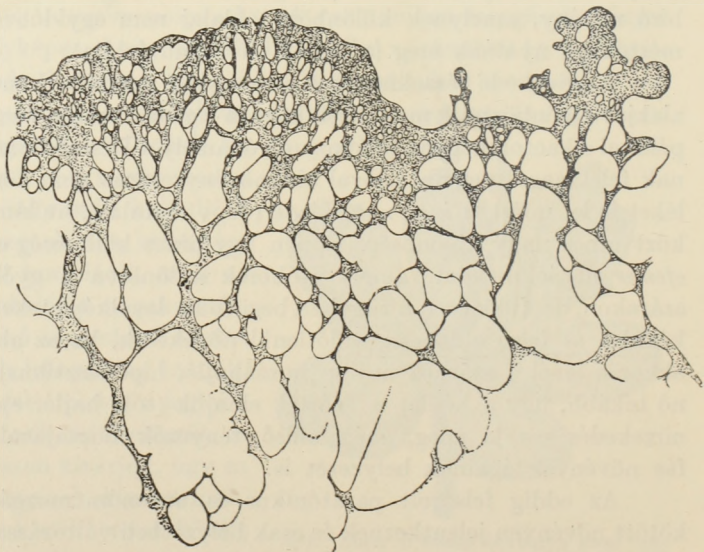
azon ingerek érvényesülnek, mint az előbbiekben, csak az inger kiváltása történik más módon. Az autonóm lokomotórikus mozgások közül első sorban a szabadon mozgó úszó mozgást említem meg, amellyel a moszatok, baktériumok sorában találkozunk. Valamennyinek van egy vagy több, a plazma hártvás rétegéből származó csillangója, amely hirtelen való begörbülésével vagy mozgásával a vízre nyomást gyakorol, miáltal az illető test mozgásba jut. A mozgás komplikálódhatik is, pl. a rajzókon, amelyek az előrehaladó mozgáson kívül még testük tengelye körül is forognak. A mozgás menetéről könnyen meggyőződhetünk, ha a rajzó mozgást nem vízben,

de mézgaoldatban figyeljük meg. Ugyanis vízben mikroszkóppal nézve, a mozgás meglehetősen gyorsnak tetszik, mert hiszen a mozgásvégezte útát is meg-nagyobbítva látjuk. Valójában pedig a mozgás még ezeknek a testeknek a kicsinységéhez képest sem nagyon gyors. A *Fuligo varians* rajzója 1 mp alatt 1 mm-t, az *Ulva* rajzója 1 mp alatt 0.15 mm-t, a harasztok spermatozoidja 1 mp alatt 0.0015—0.030 mm útát tesz meg. (2., 36., 427. ábra.)

Az úszó mozgáson kívül ismerjük még a kúszó mozgást, melynél a test egy része legalább az aljazathoz tapad. Ilyen mozgást végeznek a nyálkagombák (36. ábra). A mozgás folytán testük sajátságos alakváltozáson megy át az úgynevezett amoeboid mozgást végezve. (407. ábra.) A spórából kiszabadult mixomonádok inkább csillangós rajzó mozgást végeznek, ellenben a belőlük alakult mixamoebák és az ezek egyesüléséből származó plazmodiumok amoeboid és kúszó mozgást végeznek.

(407. ábra.) Ezeken kívül még a nyálkás testeken belül számos organikus és anorganikus szemecke mozog, jeleül annak, hogy ezeket a plazma alapanyagának az áramlása ragadja magával (283. ábra).

A sejtfalba zárt protoplazma is mutat mozgást, amelyben a sejtfallal érintkező mozdatlan hártvártégen belőli plazmaanyag van mozgásban, amiről a



407. ábra. A *Didymium effusum* plazmodiumának részlete. (Chodat.)

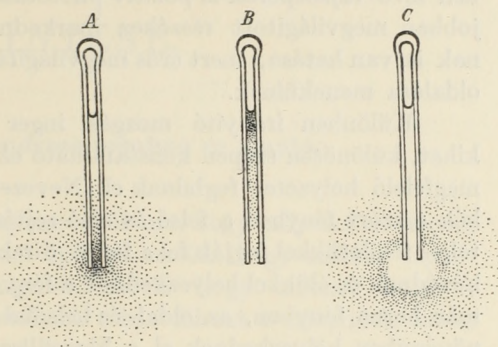
plazma mozgása magával ragadta mozgó szemecskék győznek meg. (211. lap.) Kétféle ilyen mozgást ismerünk: a *keringő mozgást*, a *rotációt*, mely szerint magába visszatérő állandó, a sejtfalfelülettel jóformán párhuzamos irányban kering a plazma, és amellyel leginkább a vízi növények sejtjeiben találkozunk (*Chara*, *Elodea*, *Vallisneria*) és az *áramló mozgást*, a *cirkulációt*, mely szerint a vakuoláktól több részre szagatott plazma alkotta szálakban áramlik bizonyos irányban a plazma, hogy azután ismét megváltozzon, sokszor éppen ellentétes irányban és amelyet leginkább szárazföldi növényeken találunk (*Tradescantia*, *Urtica*, *Cucurbita*).

Mindezek a mozgások okának magyarázatául sokféle elméletet állítottak fel. Valamennyi elméletnek az alapját teszi az, hogy a protoplazma folyadék és így alakja a golyóalak; minden a golyótól eltérő alak, valamint a mozgás is, a megváltozott felületi feszültség következménye. Ezeket a mozgásokat autonom mozgásoknak tartják ugyan, mégis ezekre is van a külső világnak befolyása, nevezetesen első sorban csak vízben jöhetnek létre, továbbá a legtöbb mozgásnál oxigénre feltétlenül szükség van, azután hat még a mozgásra a hőmérsék is, melynek 31°C az optimuma, végül pedig a fény is. Meg kell még említenem azt a sajátosság jelenséget is, hogy sok olyan sejtben, mely a növény testében mozgást nem mutatott, sebesüléskor mozgás jön létre.

A szabadon mozgó sejtek még a helyváltoztatáskor irányító befolyásnak is ki vannak téve, amelyeket az előbb tárgyalt tropizmákkal szemben *taxiáknak* nevezünk és beszélünk *geotaxisról*, *phototaxisról* és *chemotaxisról*.

A chemotaxisnak, illetőleg az aerotaxisnak példájával találkozunk az *Engelmann-féle* kísérletben (307. ábra). A chemotaxis ennek megfelelően abban áll, hogy a rajzó sejtek a folyadékban a legjobban megfelelő életfeltételeket keresik fel.

Igy a baktériumok kerülnek a nagyon híg vagy nagyon telített oldatokat. A chemotaxisnak különben még fontosabb feladat jutott osztályrészül, amennyiben az ivari sejtek közül a spermatozoidot a petesejthez vezeti, pl. *Pfeffer* vizsgálata szerint a harasztok archegoniumuma almasavas sókat, a mohok archegoniumuma cukrot választ ki, amely anyagok a spermatozoidokra irányító ingert gyakorolnak, aminthogy az archegonium nyílását környező hígabb oldatból az archegoniumban levő telítettebb oldathoz igyekeznek. A bizonyítást *Pfeffer* 0.1 mm átmérőjű hajszálcákkal végezte, amelyekben 0.01—0.5 százalékos célszerűen közömbösített almasavoldat volt; ha ezt a spermatozoidokat tartalmazó vízbe mártotta, úgy csakhamar a csövekbe tódultak. (408. ábra.) Az almasavas sóoldatba helyezett spermatozoidok a jelenséget nem mutatják, így tehát a mozgást az egyenlőtlen telítettség irányítja. Erre igen gyenge oldat is elégséges, pl. *Pfeffer* azt találta, hogy még 0.001 oldat az ingerlést kiváltotta. Ez a hatás alkotja tehát az ingerküszöböt. A hatómennyiség nagyon csekély: a hajszálcában csak $\frac{1}{100}$ milliomod mg pepton van, melynek csak kis része érintkezik a baktériumokkal, ezek



408. ábra. A egyszázalékos húskivonatoldattal megtöltött hajszálcso, melybe a baktériumok néhány perc alatt gyűltek meg; B a hajszálcso a levegő buboréka közelébe gyűlt baktériumokkal; C savanyú húskivonattal telt hajszálcso, melynek szájától az oldat támadó hatása folytán a baktériumok bizonyos távolságban maradtak. Nagyítva. (Pfeffer.)

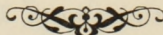
közül a *Bacterium termo* körülbelül $\frac{1}{500}$ milliomod mg, így a ható pepton még ötszörte súlyosabb. Vannak azonban anyagok, amelyek a spermatozoidokra visszautasítólag hatnak, mint maga a nagyon telített almasavas oldat. Úgy hogy ebben a jelenségben az *osmotaxist* lehet gyanítani, amelyet még kevésbé derítettek ki. A *thermotaxist* csak egyes nyálkagombán mutatták ki, amelyek különböző hőmérsékletű víztömegek közé helyezve, a hőmérséki különbségek pozitív és negatív ingerét mutatják.

Jobban ismeretes a nyálkagombák plazmodiumának negatív phototaxisa, amennyiben ezek a fény hatására a talajba húzódnak és csak a spóraalakításkor a pozitív phototaxis folytán jutnak ismét felszínre. Az ablakba helyezett edényben levő rajzospórák is pozitív phototaxissal bírnak, amennyiben az edénynek jobban megvilágított részéhez iparkodnak. Erre azonban a fény intenzitásának is van hatása, mert erős megvilágításkor az edénynek a fénytől elfordult oldalára menekülnek.

Különben irányító mozgási inger a növényi sejtbe zárt plazmára is kihat, különösen szépen konstatálható ez a kloroplastokon, amelyek a fénynek megfelelő helyzetet foglalnak el. Nevezetesen a sejtben levő klorofillszemecskék a szórt fényben a felső és alsó sejtfalon helyezkednek el (27. ábra), tehát teljes felületükkel fogják fel a fényt, direkt napfényben azonban az oldalfalakhoz húzódnak és élükkel helyezkednek a fény irányába, végül éjjel, de sok növényen már borus fényben, az oldal- és belsőfal mentén helyezkednek el. Nem minden növényben helyezkednek el a klorofillszemecskék ilyenformán, de több-kevesebb eltéréssel azonban azt az elvet látjuk érvényesülni, hogy a kloroplastok a szükségletnek megfelelően olyképen helyezkednek el, sőt sokszor alakjukat is megváltoztatva, hogy a kevesebb fényt is kellő mértékben használják ki.


Áttekintve most az ismertetett mozgásokat, láttuk, hogy a higroszkopikus mozgásokon kívül a variacionális és nutációnális, továbbá a lokomotórikus mozgásokat kell megkülönböztetnünk, az előbbieket pedig lehetnek autonóm és paratónikus mozgások, amelyek sorában a tropizmákat (geotropizmus, heliotropizmus, hidrotropizmust stb.) és a nastiákat (nyktitropizmus) kell megkülönböztetnünk, aszerint, amint bennök a növény sajátossága és a belsejében rejlő okok érvényesülnek.

A növényi test energiája átalakulásának kapcsán ismertetett mozgási formák elegendőképen meggyőzhetnek bennünket arról, hogy a növények csakugyan nem mozdulatlan lények. A mozgásaik mindenestre kevésbé szembetűnők mint az állatoké, minthogy lassabban folynak le. Ez azonban nem lehet oka annak, hogy másként ítéljük meg mint az állatokét, kivált miután a mozgásoknak újabb vizsgálatok megállapította módja, okai és lefolyása azt bizonyítja, hogy különösen az inger-keletkeztette mozgások az állatok bizonyos mozgásával sok megegyezést mutatnak.



A NÖVÉNYORSZÁG RENDSZERES ÁTTEKINTÉSE.

A természetes növényrendszer fogalma és alapja.

Z ELŐBBI FEJEZETEK megismertetik azt, hogy milyen a növények külső alakja, mily szerkezettel épül fel testük, hogy miként táplálkoznak, szaporodnak, mozognak, szóval hogy miként élnek a növények. Ezeknek a fejezeteknek tehát főként a növények *közös, általános sajátosságai* tették az alapját.

A növények rendszertani tárgyalása, az általános résztől eltérően, a növényország egyes csoportjaival és az ezekbe sorozott fajokkal, vagyis a növényország egyes tagjaival foglalkozik, és amellet hogy a hasonlókat, azaz rokonokat egymással csoportosítja, főleg az ezek között tapasztalható *különbségeket* mérlegeli.

Rendszertani tárgyalásaink végső egységei a *fajok*. Ezeket rokonságuk szerint csoportosítjuk a növényrendszer (systema) génuszaiba, az utóbbiakat családokba, amelyek azután a rendeket teszik ki. A rokon rendeket osztályokba foglaljuk és ezeket csoportokba. Az egész növényországot pedig a továbbiakban 14 ilyen csoportra osztjuk.

Mielőtt a növények ilyenén módon beosztott rendszerének részletes tárgyalásához fognánk, lássuk először azt, hogy melyek azok az elvek, amelyek szerint a tudomány ma a növényeket rendszerbe sorozza.

A rendszer teszi lehetővé azt, hogy a növények fajának százezreit áttekinthetően csoportosítsuk. Azonban nem csak erre való eszköz, hanem egyúttal ismereteink egyik legfontosabb alapját is teszi, és egész természettudományi felfogásunk legsarkalatosabb tételeivel kapcsolatos. A rendszer egységének, a *fajnak* fogalmát ma már köteteket kitevő irodalom magyarázza, és minden újabb lépés e kérdés megoldásában haladást jelent a tudományra. Mit is értünk tehát mai ismereteink alapján egy növényfaj alatt? Erre a kérdésre már *Linné* adott feleletet, még pedig abban az értelemben, hogy ahány különböző alakú és szerkezetű növény van, annyi a faj. Ez a definíció azonban még nagyon sok pótlásra szorul. A növények sajátosságai ugyanis annyira változók, hogy sohasem találunk

két, egészen egyforma egyedet. Ugyanannak a »faj«-nak különböző egyedei között is mindig vannak kisebb-nagyobb eltérések; éppen úgy mint egy nyáj állatai között, amelyek mind egy fajhoz vagy fajtához tartozhatnak, de azért pásztoruk mindegyiküket névvel tudja szólítani, meg tudja azokat egymástól különböztetni. Ha dacára ezeknek a változó alaki sajátságoknak, mégis minden növényegyedet egy bizonyos fajhoz sorozunk, és az ehhez tartozókat egymással azonosaknak, egymástól meg nem különböztetendőeknek tartjuk, úgy tehát kétségtelen, hogy valami egyebet is hozzáfűzünk a faj fogalmához, nem pusztán az alaki különbséget; mert ha csak ezt vennők zsinórmértékül, úgy tulajdonképpen a végletekig lehetne menni a fajok elválasztásában, és még a legszűkebb körben, az aránylag leghasonlóbbak között is akadnának különbségek.

A fajok elkülönítésében ez okból két tényezőt vesz segítségül a tudomány. Az egyik a *sajátságok öröklődése* és a másik az, hogy csakis bizonyos *kiválasztott*, könnyen szemünkbe tűnő, szóval durvább alaki különbségeket fogad el olyanok gyanánt, amelyek fajok felállítását, egymástól való elkülönítését indokolják.

Az első tényezőnek, az öröklődésnek, vagyis a sajátságok állandó voltának figyelembe vétele tapasztalat dolga. Így pl. a tölgyfa leveleinek karélyos voltát jellemző, állandó sajátságnak ismerjük, ellenben a fehér nyár (*Populus alba*), vagy az *Acer trilobatum* levelei karélyos, kerekded, elliptikus stb. alakúak lehetnek, és így ez alakok egyike sem jellemző ezekre a fajokra. A *Jussieu repens*-en végzett kísérletek azt bizonyítják, hogy amíg a száraz levegőben felnőtt példányok szőrösek, addig a nedves levegőben tenyésztett egyedek kopaszok. A molyhosság tehát ezen a növényen nem állandó sajátság, az utódok nem öröklik azt minden körülmények között, és így az nem képezheti a *Jussieu repens* jellemző faji sajátságát. Vagy pl. a harangvirágok (*Campanula*) fajainak egy részéről ismerjük, hogy ugyanahhoz a fajhoz sorozott példányok, illetőleg ugyanazon növény utódainak virágja sötétkék, de halvány vagy fehér is lehet. Ez a színbeli különbség tehát olyan természetű, hogy nem volna jogosult a fehér- és a kékvirágú növényeket külön fajoknak tekinteni. Míg ellenben pl. a *Potentilla*-k fajai között a virág fehér színének, a fajok megkülönböztetésében nagy jelentősége van. A fajok megkülönböztetésében tehát a sajátságoknak az egyes növénycsoportokon tapasztalható természete, értéke, igen fontos szerepet játszik, és amint a fajok megkülönböztetése nagyrészt ezen a tapasztalaton fordul meg, éppen úgy az egész növényrendszerünk évszázadokon át tett számtalan megfigyelésből és kísérletből merített tapasztalatnak az eredménye.

A második tényező a fajok megkülönböztetésében tehát az e célra felhasználható sajátságok kiválasztása, ami részben kapcsolatos az első tényezővel: vagyis oly sajátságokat használunk fel a fajok elkülönítésére, amelyek öröklődnek. Azonban bizonyos korlátokhoz kell ebben a tekintetben alkalmazkodnunk, mert minden egyes növényfajon nem ismerjük az összes sajátságok viszonyait, értékét, és csak azokat használhatjuk fel, amelyeket az öröklés kérdése szempontjából biztosan ismerünk; korlátot szab azonban az a körülmény is, hogy a fajok elkülönítésében bizonyos határokat kell betartanunk. E határokat a természet ugyan nem ismeri, a tudomány azonban azokat megköveteli.

Rendszertani megállapításainkban alapjában véve mindig a növény összes sajátságait vesszük figyelembe; a rendszer kiépített részeiben azonban gyakorlatilag már csakis bizonyos kiválasztott sajátságok kalauzolnak, és a szerint járunk el, hogy mit, mihez hasonlítunk. Ha egy mákféle növényt egy keresztes virágúval szemben jellemzünk, úgy egészen más alaktani sajátságokat veszünk figyelembe, mintha a mákfélék családján belül pl. a *Fumaria* és *Corydalis* génuszt állítjuk egymással szembe; és ismét más sajátságokat használunk fel akkor, ha a *Corydalis* génusz egyes fajait határozzuk meg. — A fajok meghatározásában hasonlóképen viszonylagosan járunk el. Így pl. a *Corydalis cava* és *C. solida* közötti különbségek közül első sorba helyezzük azt, hogy az előbbinek gumója üreges, murva-levelei épek és az alsó levél alatt pikkelylevele nincsen; ellenben az utóbbinak gumója tömör, murvalevelei ujjasan hasogatottak és az alsó levél alatt pikkelylevele van. Lényegesen változik azonban a sajátságok mérlegelése akkor, ha a mi *C. solida*-nkát az Altai hegység *C. bracteata*-jával hasonlítjuk össze, amelyek mindkettőjének van pikkelylevele, — vagy ha *C. cava*-t a keleti *C. rutifolia*-val vetjük egybe, amelyek mindkettője nélküli a pikkelylevelet; ellenben úgy az előbbieket, mint az utóbbiak között más, alárendeltebb különbségek vannak. Így változik a sajátságok jelentősége, de egyúttal értéke is, és ebben keresünk alapot a családok (*familia*), génuszok (*genus*) szekciók (*sectio*) és fajok (*species*) határainak gyakorlati körvonalozásához. Sok esetben a fajok határán belül is olyannak ítéljük a sajátságok változását, hogy jogosultnak látszik az illető sajátsággal bírók különválasztása. Ezeket mint alfajokat (*subspecies*), ha kisebb az eltérés, mint fajváltozatokat (*varietas*) és ha az eltérés jelentősége még alárendeltebb, mint alakokat (*forma*) különböztetjük meg.

A faj tehát magába foglalhatja az alfajoknak, változatoknak és alakoknak kisebb-nagyobb sorozatát, amelyek egymásból keletkeztek és most is keletkeznek. Hogy miként jöttek és jönnek létre a különböző növényalakok, milyen okok idézik azokat elő, azt biztosan nem tudjuk. *Darwin* és különösen *Wallace*, a létért való küzdelem, a variáció és az öröklődés tételeivel kapcsolatosan, a fajok lassú, fokozatos kialakulását foglalták tanaikba. A termesztett növényeinken tapasztalhatókból és néhány sikerült tudományos kísérletből (*Jordan, De Vries*) azonban azt következtethetjük, hogy ezek a változások *ugrásszerűen*, hirtelenül is bekövetkeznek. Számos esetben átmenet nélkül teremtek a kertész és a kísérletező tudós elé új sajátságokkal bíró növényalakok. Valószínű, hogy ez a természetben is történik és a növényország százezernyi különböző faja a legváltozatosabb külső és belső okok hatására, csupa apróbb-nagyobb ugrások révén jött létre, megmérhetetlen idők alatt.

A létrejött új alakok életképessége azok sajátságaitól függ, és ha e sajátságok a természeti viszonyoknak megfelelnek, úgy az illető növény megállja helyét a létért való küzdelemben, — ha nem, akkor csakhamar kipusztul. Miután ez a kettős folyamat, t. i. a fajok szaporodása és a meg nem felelők kipusztulása, a növényvilágot egész fejlődéstörténete alatt végigkísérte, annak következtében a föld jelenlegi flórájában egyrészt *rokon* fajsorozatokat találunk, amelyeknek tagjai fokozatosan egymásból, vagy közös elődökből jöttek létre,

másrészt azonban megszakításokat is, amelyek azáltal keletkeztek, hogy az összekötő sorozatrész tagjai a föld történetének valamely szakában kipusztultak, eltűntek.

Miután az újabb és újabb növényalakok közül csakis azok maradhattak és maradhatnak meg, amelyek a létért való küzdelemben a megfelelő sajátosságokkal vannak felfegyverkezve, — a fajok keletkezésének folyamata egyszerűsrimd hovatovább tökéletesebb és fejlettebb alakokat eredményez. Ez a körülmény ad a rendszertannak útmutatást arra nézve, hogy milyen sorrendben történhetett a mai növényvilág alakjainak kibontakozása, és hogy melyek az alsóbbrendű, régibb, és melyek a magasabbrendű, újabb növénycsoportok.

Annak a megmérhetetlen multnak, amelyen a Föld mai növényzete keresztülment, természetes következménye, hogy ez a növényvilág nemcsak hogy megszakadozott rokonsági sorozatokból áll, hanem hogy számtalan, egymás mellett haladó és a legkülönbébb pontból kiinduló rokonsági sorral van dolgunk, amelyeket ugyan nagyjából a rendszerben egymásután sorakoztatunk, az összes részletek figyelembe vétele mellett azonban kimutatható az is, hogy a sorozatok tulajdonképpen egy szerteszt ágazó »családfát« alkotnak.

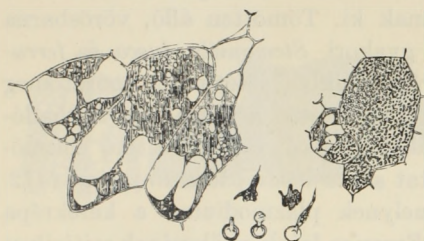
A növényország tagjai rendszerbe foglalásának alaptételei az előzőkből most már önkényt következnek: a növényfajok sorozatait és az ezekből alkotott csoportokat rokonságuk szerint sorakoztatja a rendszertan egymás mellé, még pedig úgy, hogy e sorok elsőb tagjait azok teszik, amelyekből a következők vették eredetüket. Így a *természetes növényrendszer* nem egyéb, mint egy származási és egyúttal fejlettségi sorozat. Ennek értelmében természetes növényrendszer csakis egy lehet, t. i. az, amelyik a fenti követelményeknek mindenben megfelel. A növényország nagy terjedelme, — amelyet még nem ismerünk minden egyes részletében, hiszen a tudomány ma is, nap-nap mellett újabb adatait deríti fel, — továbbá az azt alkotó fejlődési sorozatok bonyolult kiindulási és elágazási viszonyai, valamint a megmérhetetlen idők alatt e sorozatokban keletkezett hénzagok, megszakítások következtében tökéletesnek a mai növényrendszer sem mondható.

A továbbiakban követett természetes rendszer vázának kiépítői gyanánt, időbeli sorrendben, főként *Jussieu*, *de Candolle*, *Endlicher*, *Brogniart*, *Braun*, *Eichler* és *Engler* nevezhetők.

I. csoport. Nyálkagombák (*Myxomycetes*).

Az erdők talaján, korhadt ágakon, tuskókon, leveleken, vagy ezek anyagában gyakran találjuk eme legalsóbbrendű lények nyálkás protoplazmatestét, ú. n. *plazmodium*-át, amely alakját változtatva, lomha mozgást végez. A plazmodiumot sejtfal nem borítja, hanem számos apró sejtmagot tartalmazó csupasz protoplazmából áll, amely klorofillt nem tartalmaz. A plazmodium később összehúzódik és egy vagy pedig számos termőtestté, *sporangium*-má alakul át, oly módon, hogy a plazmodium felületén hártya (*peridium*) fejlődik és az ettől körülvett plazma, számtalan részre osztódva, *spóra*-tömeeggé

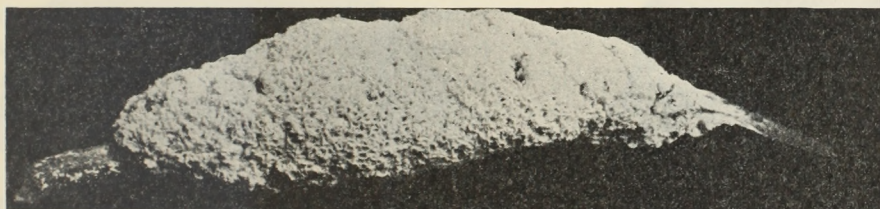
alakul. Utóbbi sárga, fehér, barna, fekete stb. színű por alakjában szabadul ki a fel pattanó peridium alól. Számos faj termőtestének belsejében finom rost- vagy



409. ábra. Plasmodiophora Brassicae, a kerek répa sejtjeiben. Balról plazmódiumokkal, jobbról spórákkal telt sejtek; alul csirázó spórák és fiatal plazmódiumocskák. (Woronin.)

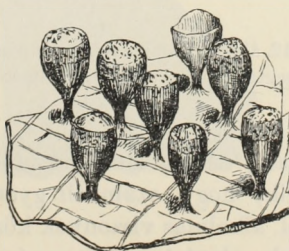
tömlőszálacskákból álló spóraszóró váz (*capillitium*) fejlődik, amely az egyes fajok és génuszok szerint változó, gömb-, tojásdad- vagy oszlopalakú csinos fonadékot képez (11. melléklet). Ennek szálai között foglalnak helyet a spórák, melyek a szél által könnyen terjednek és alkalmas körülmények közé jutva csiráznak, ami abból áll (409. ábra), hogy hártájuk fel pattan és belsejükből egy rajzó-spóra fejlődik, amely hosszú csillangó segítségével mozog. Bizonyos idő multán a csillangó behúzódik és a rajzó-spórából ú. n. myxa-

moeba lesz. A myxamoebák osztódás által szaporodnak és hovatovább nagyobb számmal egyesülve egymással plazmódiummá nőnek. Megkülönböztetjük ezenkívül a nyálkagombok *mikrocisza*, *makrocisza* és *szklerocium* alakját. Az első a



410. ábra. A Spumaria alba aethaliuma, korhadó ágon. (Eredeti kép.)

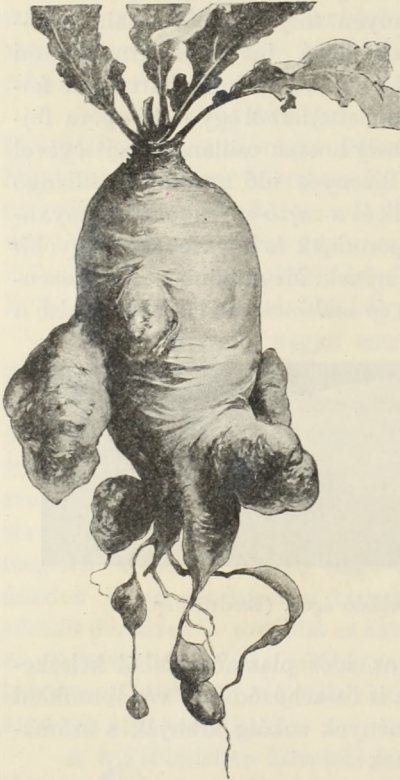
myxamoebából, második a fiatal, harmadik az idős plazmódiumból keletkezik akkor, ha az száraz helyre jut, — amidőn is összehúzódik és védőburokkal veszi magát körül. Ily állapotban e képződmények sokáig kibírják a szárazságot és ha nedvességhez jutnak, ismét fejlődésnek indulnak: a mikrocisza rajzó-spórákat bocsát ki, a szklerociumból pedig ismét plazmódium fejlődik. A nyálkagombok egy részén (pl. *Spumaria*, *Fuligo*) számos sporangium marad egyesülve, és így egy nagy termővánkost alkot, amit *aethalium*nak nevezünk. (410. ábra). Más részüknek sporangiumai ellenben egymástól elkülönítve, csinos makrociska, nyeles gömb, kehely stb. alakkal foglalnak helyet egymás közelében (pl. *Stemonitis*, *Craterium*, *Trichia* stb. 11. melléklet és 411. ábra).



411. ábra. A Craterium leucocephalum sporangiumai, korhadó levélen. 6-szoros nagyítás. (Schröter.)

A közönségesebb fajok közé tartozik a *Lycogala epidendrum*. Rózsaszínű, gömbölyded, 1½ cm. átmérőt elérő termőteste korhadó ágakon és fatuskókon fordul elő. Közönséges a *Spumaria alba* is,

melynek fehér, nyálkás, később porlékony termővánkösát vagy aethaliumát az erdőben lehullott ágakon és korhadó leveleken gyakran láthatjuk (410. ábra). Gyakoriak a *Fuligo varians* nagy, sárga plazmodiumai, melyek termővánkösökká alakulva, fekete spóratömeget ontanak ki. Tömötten álló, vörösbarna testecskéket fejleszt a korhadó faágakon gyakori *Stemonitis fusca* és *ferruginea* (11. melléklet). Érintésre a spóraszóró vázaikból sötétbarna spóratömeg száll fel. E fajok, valamint a nyálkagombák nagy része ártalmatlan, korhadékon lakó szaprofita. Ezekről eltérő életmódot folytat a *Plasmodiophora Brassicae* (412. ábra), melynek plazmodiuma a kerekrépa és más *Brassica*-fajok gyökerének sejtjeiben élősködik, annak sajátságos golyvásodását és egyúttal elsatnyulását okozza. Ez a növénybetegség ragályos; inficiált talajban évről évre megismétlődik a baj.



412. ábra. *Plasmodiophora Brassicae* által megtámadott kerek répa (*Brassica rapa*).
(Eredeti kép.)

II. csoport. Baktériumok (Schizomycetes).

A legapróbb élőlények, testük apró voltát azonban ellensúlyozza gyors szaporodásuk, úgy hogy ezáltal mégis igen hatalmas tényezői a természetnek. Legkisebbek a gömbalakú baktériumok (*Coccaceae*), amelyek között vannak ugyan 0.002 mm átmérőjűek is, nagy részük azonban kisebb; és ismeretesek olyanok, amelyeknek átmérője alig teszi ki felét a milliméter ezredrészének. Ezeket a mikroszkóp erősebb lencserendszerével még látjuk, minden jel oda mutat azonban, hogy még apróbbak is vannak, amelyek mai eszközeink mellett még felfedezetlenek. Némely apró *Coccaceán* (genyedést okozó fajokon) tett számítások szerint, egy kokkusz térfogata $\frac{1}{1700000000}$ rész mm^3 , és súlya 0.000000006 milligramm.

A baktériumok kettéoszlás által szaporodnak; az így létrejött utódok folytonos kettéoszlása pedig oly gyakran ismétlődik, hogy számbéli gyarapodásuk végtelen nagyarányú. A kolera-bacillusok pl. alkalmas viszonyok között minden 20 percben kettéosztódnak. Ha ez zavartalanul végbemehetne, és főleg elegendő táplálékhoz juthatnának az újabb és újabb generációk, úgy egy nap alatt egyetlen kolera-bacillus 1600 trillió utódot hozna létre, amelyek kiszáritva mintegy 1000 métermázsza súlyt tennének ki. Ily arányokban természetesen nem történhetik meg szaporodásuk, mert hiszen már a legkisebb kolónia belsejében is éhezniök kell a baktériumoknak, ami a szaporodásukat akadályozza.



Az Althaeum r.-t. nyomása.

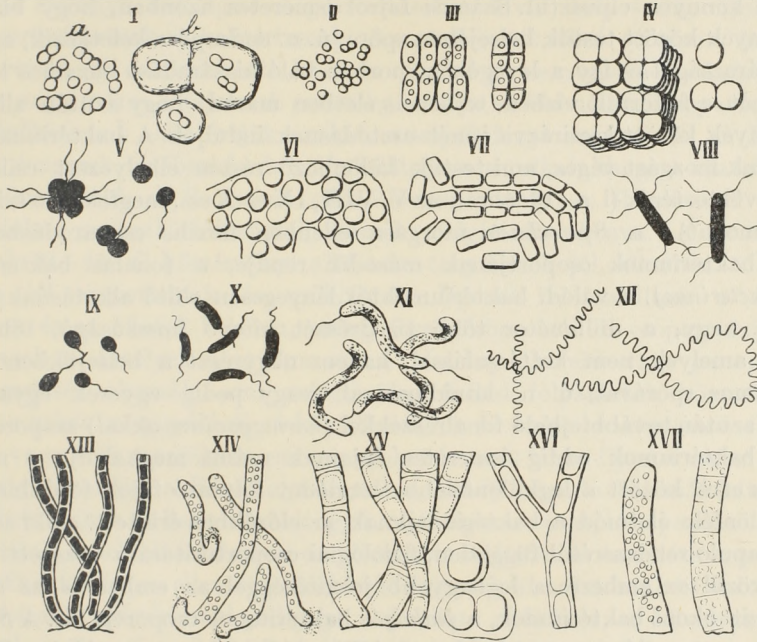
11. KRIPTOGÁM NÖVÉNYEK. I.

1. Stemonitis ferruginea : *a* sporangium-esomó ($\frac{2}{3}$) ; *b* sporangiumok ($\frac{2}{3}$) ; *c* capillitium ($\frac{15}{1}$) ;
d a St. fusca spórái ($\frac{1000}{1}$). 2. Spirogyra-fonalak. 3. A Marchantia polymorpha him- (♂) és nő (♀)
egyedei. 4. Parmelia elegans. 5. Rhizocarpon geographicum. 6. Plocamium coccineum. ($\frac{2}{2}$).

(Eredeti képek.)



A baktériumokat két rendbe osztjuk: a valódi baktériumok (*Haplobacterinae*) és a fonalas baktériumok (*Trichobacterinae*) rendjébe. Az elsőbe tartozik a baktériumok túlnyomó része. Ezeket alakjuk szerint osztályozzuk, még pedig három családra. A gömbölyűek a *Coccaceae*, a hosszukás, ú. n. pálcika-alakúak, a *Bacteriaceae* és a csavaros alakúak a *Spirillaceae* családba tartoznak (413. ábra). Az egyes családokon belül pedig a génuszokat osztódásuk módja és mozgási képességük, illetőleg csillangóik elhelyezése szerint csoportosítjuk. Ez a



413. ábra. Baktériumok a rendszer sorrendjében: I *Streptococcus mesenterioides*, *a* sejtláncok, *b* zoogloea; II *Micrococcus pyogenes aureus*; III *Planococcus littoralis*; IV *Sarcina ventriculi*; V *Planosarcina mobilis*; VI *Clathrococcus roseopersicinus*; VII *Bacterium Pasteurianum*; VIII *Bacillus subtilis*; IX *Pseudomonas europaea*; X *Microspira comma*; XI *Spirillum undula*; XII *Spirochaete plicatilis*; XIII *Chlamydothrix hyalina*; XIV *Thiothrix nivea*; XV *Crenothrix polyspora*; XVI *Cladothrix dichotoma*; XVII *Beggiatoa alba*. (I, IV, VI, XV Zopf. II, V, VIII, X, XIII Migula. III, XI Warming. IX, XIV, XVII Winogradsky. XII, XVI Cohn. VII. Eredeti rajz.)

beosztás tehát mesterséges, vagyis csupán bizonyos gyakorlati szempontokból kiválasztott, alaki sajátságokon alapszik.

A baktériumok teste nem azonos a magasabbrendű növények sejtjével, hanem inkább ezek sejtmagjával hozható némi vonatkozásba; habár azonosítani ezzel sem lehet. Kívülről a baktériumtestet finom hártya veszi körül, amely plazmaszerű fehérjeanyagból áll. Ezen belül, — valamely nagyobb baktériumfajt (pl. *Spirillum undula*-t) vizsgálva, — megfelelő festés mellett, abban plazmát, vakuolákat és apró, ú. n. kromatin-testecskéket lehet megkülönböztetni.

A plazmában pedig, a különböző baktériumok szerint különféle szénhidrátok, mérgek, enzímák, granulóza, zsírszemecskék, kén, színes anyagok stb. vannak. Némely baktériumfaj vastag, nyálkás, kocsonyás anyaggal veszi körül testét. Az ilyen, baktériumok által alkotott tömeget *zoogloének* nevezzük. Zoogloeát képeznek az ecetsavas baktériumok, amelyek vastag bevonatot alkotnak az ecet felületén; hasonlóan a *Streptococcus mesenterioides*, mely cukortartalmú anyagokba jutva, azokat zoogloea-tömegekké alakítja.

A baktériumok nagy része a szárazság és a magas hő iránt igen érzékeny és könnyen elpusztul. Számos fajról ismeretes azonban, hogy bizonyos körülmények között testük belsejében spóra, ú. n. endospóra keletkezik, amely a tartós szárazságot és így a levegőben, porban való kiszáradást huzamos időn át kiállja, sőt a felforralt vízben, tejben is életben marad, hogy azután alkalmas körülmények között kicsirázva ismét osztódásnak induljon. A baktériumok egy része élénk mozgást végez, ami testük különböző részén elhelyezett csillagók segítségével történik (l. a 413. ábrán az V, VIII, IX és X sz., megfelelően színezett baktériumokat); a *Spirochaete* mozgása ellenben flexilis csavarodásban áll.

A baktériumok csoportjának második rendje, a fonalas bakteriumok (*Trichobacterinae*), a valódi baktériumoktól lényegesen elütő alkotásúak. Ezek aránylag nagy, a milliméter több tizedrészét kitevő hosszúságú, többsejtű fonalak, amelyek nem kettéoszlással, hanem nagyrészt a belsejükben keletkező számos spórával, ú. n. konidiummal, vagy pedig egyesek egyszerűen elváló és azután továbbfejlődő fonalrészekkel (*hormogonium*-okkal) szaporodnak.

A baktériumok eddig ismeretes fajainak száma meghaladja a másfélezeret, és ezek között a legkülönbébb életmódot folytató fajok fordulnak elő. Ez a különféle életmód a baktériumoknak, az előzőekben érintett, alaki sajátságokon alapuló rendszerétől független, fiziológiai csoportosítására vezetett. E csoportok közül az emberre a legnagyobb jelentőséggel az ember és az állatok betegségeit okozó baktériumok, a *pathogén* baktériumok csoportja bír. A *Streptococcus pyogenes* (láncos genykokkus) lobos szövetek genyenedését, *Bacillus anthracis* a lépfenét, *B. tetani* a görcsös dermedést, *B. diphtheriae* a difteritist, *B. tuberculosis* a gümőkórt, *B. typhi* a tifuszt, *B. pestis* a pestist, *Mikrospira comma* a kolerát okozza stb. Némely *pathogén* baktériumfajok, mint pl. a veszettséget, az állatok száj- és körömbetegségét okozók, még ismeretlehek; lehet, hogy olyan aprók, hogy azokat megfigyelési eszközeinkkel nem láthatjuk.

A baktériumok másik fiziológiai csoportját az erjedést okozó, vagy *zymogén* baktériumok teszik ki. Az ecetsavas baktériumok az alkoholt erjesztik, oxidálják ecetté, de csak akkor, ha az alkohol valamely, a baktériumok tenyészetére alkalmas anyagban, pl. borban, sörben stb. van és nem túlságosan koncentrált. Az a koncentráció, amit az ecetsavas baktériumok elbírnak, a fajok szerint változó: az alkoholra vonatkozólag 5–12%, az általuk létrehozott ecetsavat pedig 2–9%-on túl nem viselik el. A tejsavas baktériumok a tej megsavanyodását, vagyis a tejcukornak részben tejsavvá való átalakulását, a vajsavas baktériumok (különösen *Bacillus amylobacter*) pedig cukros vagy tejsavas anyagokban vajsav keletkezését okozzák. Mocsarak fenekén a lesüllyedt növényi részek cellulózját a *Bacillus fermentationis cellulosae* és más bak-

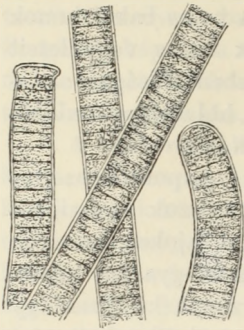
tériumok erjesztik el, amely folyamat mocsárgáz (methan) keletkezésével kapcsolatos. A kénes baktériumok (*Thiothrix*, *Beggiatoa*) kénes vizekben, először a kénhidrogént kénné oxidálják; ezt azután tovább oxidálják kénsavvá, mely alkáliákhoz köttetik és végül a víz meszével gipszet ad. A vasas baktériumok (*Chlamydothrix*, *Cladothrix*, *Crenothrix*) a vastartalmú vizek vasas vegyületeit dolgozzák fel. Ezek vastartalmú kútvízben és vízvezetékekben túlságos elszaporodásuk által károsak lehetnek. Gyakoriak a mocsarakban, hol a levegő oxidáló hatásával együtt a mocsárérc létrehozásában van szerepük.

Az ezirányú fiziológiai csoportosításokon kívül, más szempontok szerint is csoportosíttatnak a baktériumok. Az *aërobionták* közé sorozzuk az oxigént megkövetelő, az *anaërobionták* közé az oxigént el nem viselő fajokat, amelyek mellett nagy száma a fajoknak erre meg amarra az életmódra is egyaránt képes. A *fotobaktériumok* alatt értjük azokat, amelyek fényt sugárzanak ki. Ezek egy része a tengerek vízében fordul elő, különösen az elhalt tengeri állatok testén. Legközönségesebb a *Bacterium phosphoreum*, amely az élelmiszerül használt húsféléinken szokott előfordulni, ennek világítását okozva. A *termofil baktériumok* 40—45° C hőmérséken alul nem tenyésznek jól, ellenben 50—70° C mellett jól szaporodnak és működnek. Ilyenek előfordulnak a talajban, az ember és az állatok belében, meleg forrásokban stb. E csoport fajai közül valók azok is, amelyek a nyirkos széna-, dohány-, komló- vagy pamutrakások felmelegedését okozzák, ami valószínűleg fizikai folyamatok közreműködése mellett a rakás meggyűlésáig fokozódhatik. A *kromogén baktériumok* fajai testükben vagy környezetükben színyanyagokat hoznak létre. Ilyen a »véres« kenyér vagy ostya okozója, a *Bacillus prodigiosus*, amely régente babonás feltevésekre szolgáltatott okot. A baktériumok egyik sajátos csoportját képezik a *nitrifikáló baktériumok*, amelyek a talajban az ammoniát salétromos- és salétromsavvá alakítják. Ezekkel éppen ellentétes működést fejtenek ki a *denitrifikáló baktériumok*. A *nutricizmus* baktériumai pedig, pl. a *Bacillus radicola*, a hüvelyes és más növények gyökereiben élősködnék (337. ábra), eközben azonban a levegő szabad nitrogénjét veszik fel és azt átalakítva, átadják az illető növénynek, miáltal azt mintegy dajkálják. A levegő szabad N-jét asszimilálja a talajban általánosan elterjedt *Bacillus Pasteurianus*. Mindezeknek a baktériumoknak a nitrogén körforgalmának előmozdítása által igen nagy szerepük van a természet háztartásában, míg ellenben az előbb említett zymogén baktériumok nagyrészt a szén-sav körforgalmát mozdítják elő. A baktériumok, a gombákkal egyetemben, az elhalt organizmusok felbontása, valamint a szerves élet két igen fontos anyagának t. i. a szénsav és nitrogén körforgalmának létesítése által a természet háztartásában nélkülözhetetlenek.

III. csoport. Kék moszatok (Cyanophyceae).

A kék moszatok sok tekintetben csatlakoznak a baktériumokhoz; az utóbbiakat különösen ez alapon sorozzuk a növényekhez. A megegyezés főként abban van, hogy a kék moszatok is sejtjük kettéoszlása által szaporodnak és nagyrészt egyetlen gömbölyded sejtből állanak. A fonalalakú Cyanophyceák

sejtjei a kettéoszlás után is egymással összefüggésben maradva, hosszú fonalat alkotnak, amely finom nyálkahüvellyel van körülvéve. Testük alkotása, a fenti hasonlóságok mellett is, sokban elüt a baktériumokétól. Így különösen abban, hogy csillangóik nincsenek, rajzó mozgást nem végezhetnek; azonkívül pedig eltérő sajátosságuk az is, hogy kromatofórákat tartalmaznak, amelyek a sejthártya alatt finom rétegben foglalnak helyet. Ebben klorofillt és ú. n. *phycocyan*t különböztetünk meg. A kék moszatok plazmájában ezenkívül a sejtmag szerepét betöltő központi testecske, különféle zárványok és vakuolák vannak.



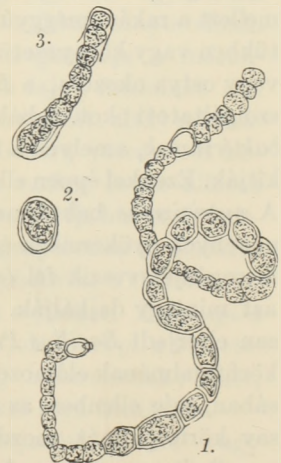
414. ábra. Az *Oscillatoria princeps* fonalai. 240-szer nagyítva. (Eredeti kép.)

A kék moszatok nagyrészt vízben, különösen melegforrásokban és állóvizekben élnek; azonban nedves talajon, fák kérgén, köveken, üvegházak falán stb. is előfordulnak. Mocsarakban, malmok faalkatrészein, melegforrások medrében gyakoriak az *Oscillatoria*-fajok, amelyek a talajon kékeszöld, nyálkás bevonatot okoznak. Fonalaik (414. ábra) számos, alacsony hengeralakú sejtből állanak és oscilláló, ide-oda hajlongó mozgást végeznek; ezenkívül azonban csavarodás által tengelyük irányában előre is mozognak. Ha ily *Oscillatoria* telepet néhány csepp vízben fehér papírlapra helyezünk és a napra tesszük, úgy a moszattelep szélein csakhamar észrevehetőek lesznek a kifelé nyúló fonalak, amelyek csinos sugarakban helyezkednek el.

Gyakran találkozunk nedves talajon, esős idő után homokpusztáinkon a *Nostoc*-fajokkal (415. ábra), melyeknek sejtjei össze-vissza csavarodó láncokat alkotva, kocsonyás anyagba vannak beágyazva és kisebb-nagyobb zöldes-kék telepeket képeznek. Hasonlóan kocsonyás anyagba vannak beágyazva a *Gloeocapsa*-fajok sejtjei is, amelyek nedves falakon és sziklákön tenyésznek. Gömbölyű sejtjeik egyenként, párosával vagy kolóniát alkotva, többsével fordulnak elő.

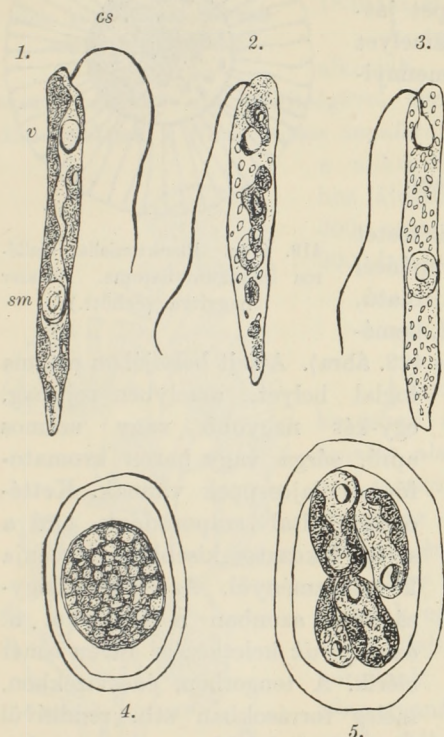
IV. csoport. Flagelláták (Flagellatae).

Tengerben és édesvizekben tenyésző, egysejtű lények, melyek kettéoszlás által szaporodnak és ellenálló, pihenő sejté, ú. n. *cystává* is alakulnak. Az utóbbinak osztódása által új egyedek jönnek létre. Részben klorofillt tartalmaznak és így növényi életmódot folytatnak, részben azonban a klorofillt nélkülözik és ezek, szervezetükből is kifolyólag, a legalsóbbrendű állatok, protozoák. Kívülről plazmájukat plazmahártya veszi körül, amelyben sejtmagot, lüktető ürege-



415. ábra. *Nostoc* Linckii. 1 hosszabb sejtsor, melynek középső részén nagyobb sejtek, artrospórák vannak. Ezenkívül két üres határsejt (heterocysta); 2 különálló spóra; 3 a spóra kicsirázott spórával még összefüggő rövidebb sejtsor. 650-szer nagyítva. (Bornet.)

ket és zöld vagy sárgás kromatofórákat különböztetünk meg. Az utóbbiakkal bíró fajok, amint említők, önálló asszimilálás segítségével táplálkoznak; a kromatofórákat nélkülözők szaprofita életmódot folytatnak, vagy állatok módjára táplálkoznak. A táplálóanyagrészecskék felvétele testük bármely részén történhetik, vagy pedig e célra külön nyílás, garat szolgál. Az *Euglena*-fajok (416. ábra) néha tömegesen fordulnak elő tavainkban. Az *E. sanguinea* a »lipochrom« anyagtól piros, és tömeges megjelenésekor ugyanilyen színűre festi a tavak vizét.

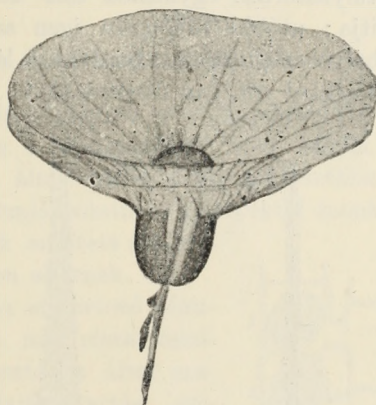


416. ábra. *Euglena gracilis*. 1. klorofillos sejt; *sm* sejtmag; *v* vacuola és piros szemfolt; a hosszú, sötétebb sávok a kloroplasztákat jelzik; *cs* csillangó. 2. Félíg szaprofita, kevés kloroplasztával bíró sejt. 3. Egészen szaprofita, sötét helyen nevelt, klorofill nélküli alak. 4. Cysta. 5. A cysta osztódása után létrejövő négy sejt, amely azután kiszabadul. 1—3. 630-szor, 4. 650-szer, 5. 1000-szer nagyítva. (Zumstein.)

igen változatos alakú (418. ábra). Számos, a tenger planktonjában élő fajnak különös, ernyőszerű úszókészüléke van (*Ornithoceras*, 417. ábra). Testük bel-sejét plazma foglalja el, amelyben sejtmag, számos fajában kromatofórák és bonyolult szerkezetű vakuolák különböztethetők meg. Kettéoszlás által szaporodnak és

V. csoport. Dinoflagelláták (*Dinoflagellatae*).

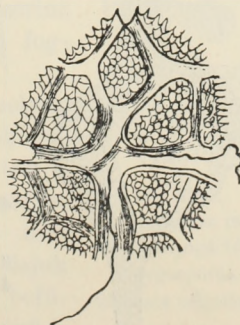
Egysejtűek, azonban úgy külsőleg mint belső szerkezetükben bonyo-



417. ábra. *Ornithoceras splendidus*. 150-szer nagyítva. (Schütt.)

lult alkotású lények. Jellemző sajátosságuk a két hosszú csillangó, mely a hasi részből ered.

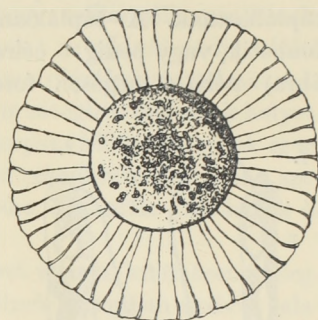
Páncéljuk táblákból van összetéve, cellulózából állás



418. ábra. *Peridinium bipes*. 700-szor nagyítva. (Schilling.)

télire vastagfalú cystákká alakulnak. Édes vizekben, de különösen a tengerekben élnek, hol a plankton alkotásában lényeges szerepük van. A Balaton planktonjában különösen a *Ceratium hirundinella* változatos alakjai fordulnak elő (420. ábra).

A tengerben élő fajok egy része fényt áraszt és a tengervíz világítását előidéző szervezetek között e tekintetben jelentékeny szerepet játszik. Ilyen pl. a *Peridinium divergens*, amelyet *Moïsch* mint a trieszti kikötőben nagy mennyiségben tenyésztő fajt említ.

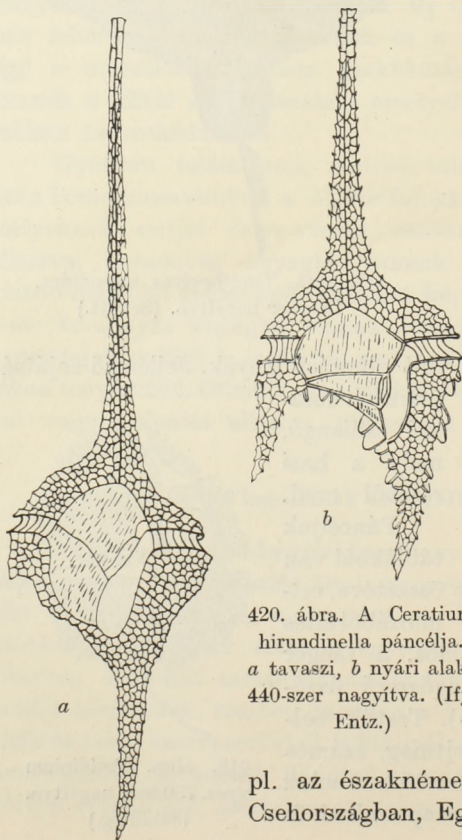


419. ábra. Planktoniella. Galléros plankton-diatoma. 190-szer nagyítva. (Schütt.)

VI. csoport. Kovamoszatok (Diatomeae).

Igen apró, egysejtű moszatok, amelyek testét skatulyaszerűen egymásba tolt két kovapáncél borítja; utóbbi többnyire igen szép rajzolatú, szabályosan elhelyezett bordákkal, lécekkel, bemélyedésekkel stb. van díszítve (419., 421. és 422. ábra). A sejt belsejében plazma

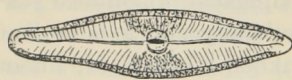
foglal helyet, amelyben sejtmag, egy-két nagyobb vagy számos apró, sárga vagy barna kromatofóra és olajcseppek vannak. Kettéoszlás által szaporodnak, ami a sejtek fokozatos kisebbedését vonja következményül. Az eredeti nagyságukat azonban a sejtek ú. n. *auxospórák* keletkezése révén ismét elérik. A tengerben, édesvizekben, meleg forrásokban stb. rendkívül elterjedt és fajokban nagyon gazdag csoport. A fajok száma meghaladja az 1500-at. Az elhalt diatomák páncélja a víz fenekén néha egész rétegeket, ú. n. diatomaföldet alkot. A tengeri kikötők medrét néha tisztán ily diatomaföld iszapolja be. Ez megszáradva, lisztszerű fehér por, amelyet csiszolásra és dinamitgyártáshoz használnak. Nagyobb kiterjedésű, letűnt geológiai korszakokból fennmaradt diatomaföldrétegek igen gyakoriak a föld minden részén. Előfordulnak ilyenek



420. ábra. A *Ceratium hirundinella* páncélja. *a* tavaszi, *b* nyári alak. 440-szer nagyítva. (Ifj. Entz.)

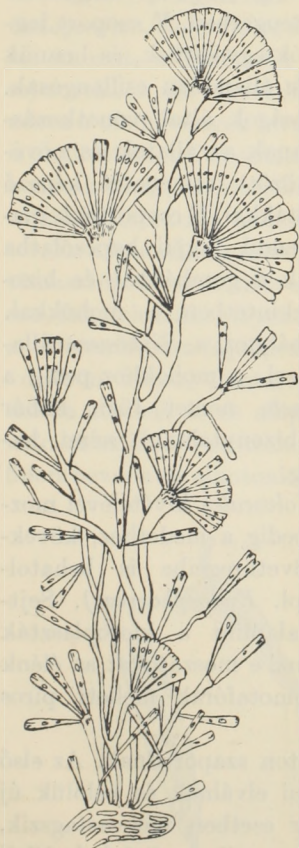
pl. az északnémetországi síkságon (Lüneburger Haide), Csehországban, Eger és Franzensbad mellett, Skandiná-

viában, a britt szigeteken stb. Helyenként a diatomaföld egész dombokat, vastag rétegeket alkot; így Bilin mellett, Csehországban, és diatomaföldön áll egész Berlin. Amellett, hogy fényezésre és más ipari célokra használják ezt az anyagot, régente liszthez is keverték. Ilyen lisztből sült kenyérrel táplálkoztak a degenforsi (Svédország) lakosok, az 1832-iki éhínség alkalmával.



421. ábra. *Navicula viridula* kovamoszat. 500-szor nagyítva. (Karsten.)

A tenger planktonját nagyrészt diatomák alkotják, amelyek különféle nyulványok, gallérszerű párkány stb. segítségével úsznak (419. ábra). Igen ismert alakja a diatomáknak a *Pleurosigma angulatum*, mely igen finom recézésű páncéljával a mikroszkóp jeles tulajdonságainak bemutatásához általánosan használatos. A Balatonból közel 300, az aquincumi római fürdő forrásvizéből közel 200 faj kovamoszat ismeretes.



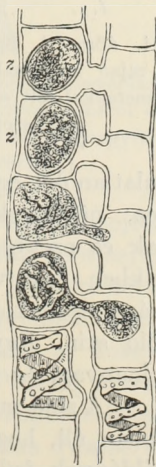
422. ábra. *Lichomorpha flabellata* diatoma-telep. A moszatsejtek kocsonyás állományú ágakon foglalnak helyet. (Schütt.)

VII. csoport. Konjugáták (Conjugatae).

A konjugáció folyamata révén közelebbi vonatkozásban állanak a diatomákkal, zöld színük és fonalas alakjaik által pedig több tekintetben a zöld moszatokra emlékeztetnek, amelyekből azonban éppen az elsőnek említett sajátágaikban lényegesen eltérnek.

Egy része az idetartozó génuszoknak egysejtű, más része fonalakú. Sejtjeik osztódás által szaporodnak. A fajfenntartás eszköze gyanánt *zygospórát* képeznek, amely két sejt tartalmának összeolvadása, ú. n. konjugációja által jön létre (423. ábra). Sejtjeikben egy sejtmag és a génuszok szerint változó alakú kloroplaszták foglalnak helyet.

Az édesvizek lakói, amelyek mocsarakban, tavakban, lápokban, részben a vízben úszva, részben a mederhez, vízínövényekhez tapadva, a moszatflórának sehonnan sem hiányzó tagjai. A *Cosmarium*-fajok sejtjei kerekdedek, közepükön befűzöttek, zygospóráik buzogányfejszerűek. A legközönségesebb génuszai e csoportnak a *Spirogyra* és *Zygnema*, melyeknek fajai egészen az örök hó régióig mindenütt el vannak az édes

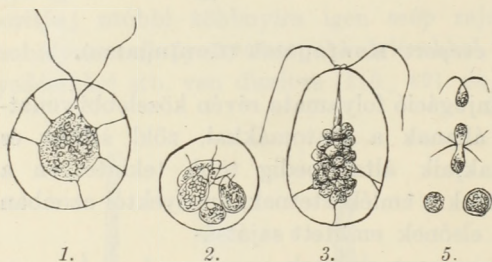


423. ábra. A *Spirogyra* moszat konjugációja. z zygospórák. 230-szor nagyítva.

vizekben terjedve. A *Spirogyra* csavaros elhelyezésű klorofill-szalagjai által (423. ábra és 11. melléklet), melyekben számos pyrenoida (kerekded proteintestecske) van, nemkülönben azáltal, hogy rajta a konjugáció különböző stádiumait és a zygospórák viszonyait kitűnően lehet tanulmányozni, a botanikai mikroszkópi gyakorlatok legáltalánosabb tárgya. Vizeinkben közönséges; finom szálú, nyálkás, zöld tömegeket alkot; a laboratóriumi akváriumokban csakhamar elpusztul. Vizeinkben gyakori a *Mougeotia*. Sejtjei fonalat alkotnak, hosszúak és bennük szalagalakú kloroplaszta foglal helyet.

VIII. csoport. Zöld moszatok (Chlorophyceae).

A zöld moszatok nagy és alakokban igen gazdag csoportja nagyrészt édesvizekben él, aránylag csekély részük fordul elő a tengerben. E csoport legalsóbb fokon álló rendje a *Volvocales*. Az ehhez tartozók egysejtűek, és bennük egy sejtmag és egy kloroplaszta foglal helyet, sejtjeik állandóan csillangósak.



424. ábra. A *Sphaerella pluvialis* 1. rajzó sejtje, 2. rajzó spóráinak keletkezése; 3. a *S. Bütschlii* gametákkal telt sejtje, 4. gametái és 5. zygospórái. 800-szor nagyítva. (Blockmann.)

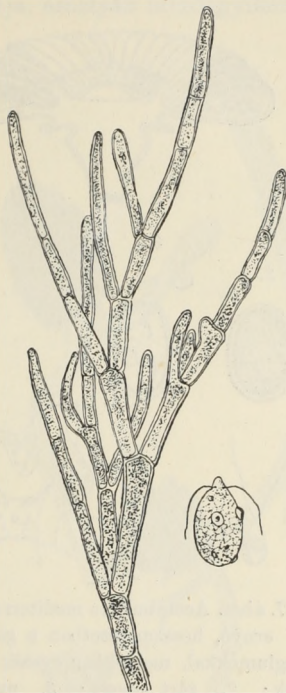
E sajátságok által vonatkozásban állanak az állatok és növények között átmenetet képező Flagellátákkal. E csoportnak magasabbrendű tagjai kapcsolatba hozatnak a gombákkal és bizonyos tekintetben a mohokkal. A gombákhoz a *Siphonaeae* állanak közel; a mohokhoz pedig a *Coleochaete* nemet fűzi, habár eléggé bizonytalanul, némi hasonlóság.

A *Volvocales* kivételével mozdatlanok; egyrészük a vízben lebeg, más részük pedig a mederhez, kövekhez, növényekhez tapad, sőt a vízinövények szövetüregébe is behatolnak és ezekben endophyta életmódot folytatnak (pl. *Endosphaeraeae*). Sejtjeikben egy vagy számos sejtmag foglal helyet, valamint a kloroplaszták száma és alakja is változó az egyes génuszokon. Jellemzi e moszatokat az élénk zöld szín. Egyes családok fajainak sejtjeiben a kromotafórák mellett piros színanyag, *haematokrom* fordul elő.

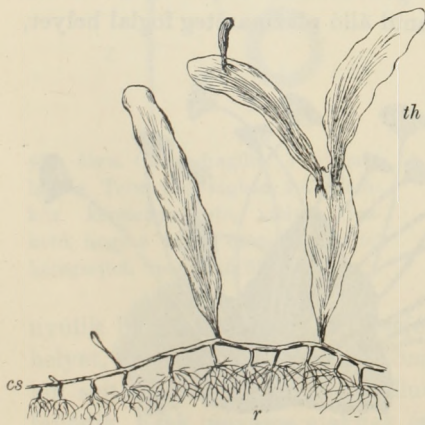
A zöld moszatok vegetatív, ivartalan és ivaros úton szaporodnak. Az első abban áll, hogy a sejt kolóniák és fonalak egyes tagjai elválnak és belőlük új példányok fejlődnek. Az elváló sejtek fala némely esetben megvastagszik, az ilyen sejtet *akinetának* nevezzük. Ellenben az *aplanosporák* a sejtek belsejéből kiszabaduló protoplaszták, melyek hártáival veszik körül magukat. Az egysejtű alakok ezenkívül kettéoszlás által is szaporodnak. Ivartalan úton rajzóspórakkal történik szaporodásuk, amelyek egyes sejtekből (*zoosporangium*) nagy számmal rajzanak ki. A rajzó-spórák csupasz sejtek, amelyeken többnyire két vagy négy csillagó, egy piros szemfoltocska, belsejükben sejtmag és lüktető vakuola van. Megállapodásuk után új növényé csíráznak.

Végül ivaros szaporodásuk két egymáshoz hasonló, rajzó *planogameta* egyesülésében, vagy pedig a petesejtnak mozgékony spermatozoida által való megtermékenyítésében áll. Az előbbi folyamat eredménye a *zygospóra*, az utóbbi az *oospóra*, amelyeknek különböző módon történő továbbfejlődése által új egyedek jönnek létre.

E csoport érdekesebb alakjai közé tartozik a *Sphaerella pluvialis* (424. ábra), mely esős időben tócsákban, köveken fordul elő és a talajon pirosszínű bevonatot képez; nemkülönben a *S. nivalis*, mely az alpesi és sarkvidéki hómezőkön alkot vérpiros bevonatot. Vizeinkben közönségesek az *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Coleochaete* és mások. Az első kettő fonalas moszat, a harmadik legyezőszerűen elrendezett sejtsorokból áll, kerekded lapocskákat alkot, különösen a vízinövények levelein és szárán. Amint előbb is említettem, a *Coleochaete*-t a mohokhoz némi vonatkozások fűzik, amennyiben oogoniumának és oospórájának alkotása a mohok sporogoniumára emlékeztet. Ez a hasonlóság azonban még korántsem elegendő támasztópont arra nézve, hogy a rokonságot biztosan feltételezzük. Gyakori fonalas zöld moszatok a *Stigeoclonium*-fajok, melyeknek elágazó fonalai végükön finom, fokozatosan vékonyodó, színtelen szálba mennek át és alaprészüikkel a talajhoz tapadnak. A szálak tömötten, egymás mellett fejlődve, finom bevonatot alkotnak. Gyakran találkozunk magas



425. *Cladophora glomerata*.
48-szor nagyítva. Jobbról egy
rajzó-spóra, 1000-szer nagyítva.
(Schenk.)

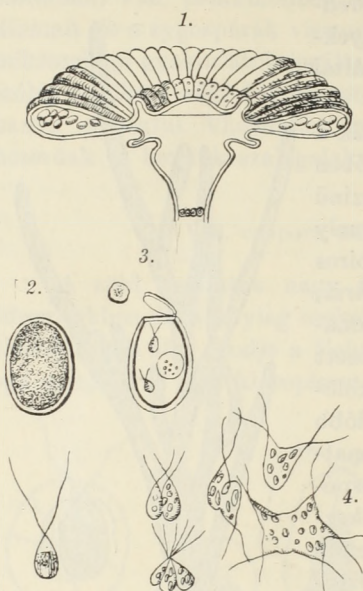


426. ábra. *Caulerpa prolifera*. cs növekedő csúcs, r rhizoidák, th elágazó teleplevelek. Az egész növény egyetlenegy sejtéből áll. Felére kisebbitve. (Schenk.)

hegységeinkben a *Trentepohlia*

Iolithus fajjal, amelynek gömbölyded sejtekből álló, elágazó telepei illatosak, és a sejtek piros haematokrom anyaga következtében mint piros por lepik el a völgyekben heverő kődarabokat. Igen gyakoriak a hosszú, elágazó, többsejtű fonalakat hajtó *Cladophora*-fajok (425. ábra) és a szintén elágazó, de csak egy sejtéből álló, fonalas *Vaucheria*, melyen korallszerűen elágazó, színtelen, tapadó nyulványok is vannak. Az egysejtű és egyszerű vagy elágazó sejtfonalakból álló alakoknak nagy sorozatán kívül olyanok is előfordulnak e csoportban, amelyek bonyolult tagoltságot mutatnak, rajtuk gyökér-, szár- és levélszerű képződmények különböztethetők meg. Ilyenek a Földközi

tengertől a trópusokig a tengerek vizében igen elterjedt *Caulerpa*-fajok (426. ábra). Ezek, dacára az említett tagoltságuknak és nagyságuknak, egyetlenegy



427. ábra. *Acetabularia mediterranea*. 1. ernyő, hosszmetsetben a gametangiumokkal, melyekben cysták vannak; 2. zárt cysta; 3. nyitott cysta, melyből a gameták kiszabadultak; 4. kopuláló gameták. (Falkenberg, de Bary és Strasburger.)

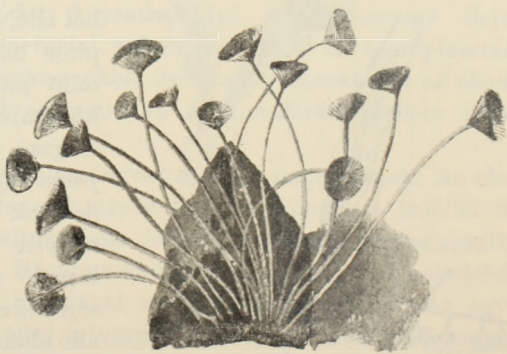
hosszú sejtjeiben, a sejtfal alatt, mozdulatlanul álló plazmaréteg foglal helyet, amelybe ovális alakú kloroplaszta korongocskák vannak sorosan elhelyezve. Ezen belül van a keringő mozgást végző plazmaréteg, számos sejttaggal. A sejt középvonalában a sejtnedvet tartalmazó vakuola foglal helyet.

Szaporodásuk abban áll, hogy az archegoniumban levő petesejt az archegonium szétnyíló koronája között behatoló spermatozoidák által megtermékenyítettetik. A megtermékenyült petesejt fala megvastagszik, megbarnul. A lehulló oospórából, annak pihenése után, közvetlenül az új növényke fejlődik (430. ábra).

sejtből állanak, melynek belsejébe cellulozalécek nyúlnak be. Csinos külsejű zöld moszatok az egymás csúcsából fejlődő, vesealakú tagokból álló *Halimeda*, az ecsetalakú *Penicillus*, az ernyő- vagy gombaalakú, elmeszesedett sejtfalu *Acetabularia* (427, 428. ábra) stb. génuszok fajai, melyek mind a tengervizek lakói.

IX. csoport. Kárafélék (Charales).

A zöld moszatok után sorozzuk ezt a csoportot, ámbár úgy ezektől, mint a következő barna moszatoktól jelentékenyen elütő, egészen különálló csoportot képeznek. Termékük (429. ábra) a magasabbrendű növényekre emlékeztet. Felfelé álló telepükön hosszú csomóközök (internodium) vannak, melyek egy-egy megnyúlt sejttagból állanak. Ezt a csomóközi sejtet kívülről, a csomókból le- és felfelé növekedő kéregsejtek köpenyszerűen borítják. A csomóközök rövid csomókkal (nodium) szakítvák meg. Ezekből oldalágak hajtanak ki, amelyek örveket alkotnak, és a rajtuk is meglevő csomók rövid ágai tövén viselik a pirosas színű, gömbölyded antheridiumokat, efelett pedig a zöld archegoniumokat. Az internodiumok



428. ábra. *Acetabularia mediterranea*. (Eredeti rajz.)

Az archegoniumot kívülről öt tömlőszerű sejt határolja, amelyek csavarosan haladnak annak tövétől a csúcsáig, ahol az ötágú koronában (coronula) végződnek. Az archegonium belsejében egyetlen egy petesejt foglal helyet. Az antheridiumot nyolc paizslapocska (*valvulae*) borítja, amelyek mindegyikéből oszlopszerű sejt, ú. n. *manubrium*



429. ábra. *Chara fragilis*. 1 elágazó hajtás. Term. nagyságban, 2 a csomók köz keresztmetszete, melyen kivehető, hogy a nagy, csomóközi sejtet kéregsejtek veszik körül. Nagyítva.

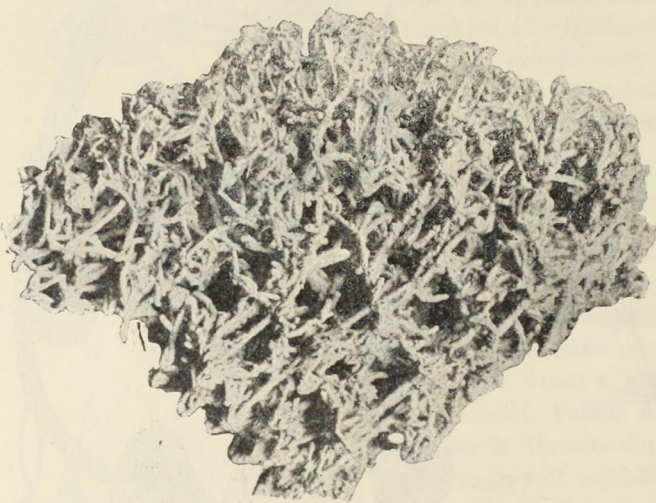


430. ábra. Balról a *Chara fragilis* oldalága antheridiumok- és oogoniumokkal. 10-szer nagyítva (eredeti rajz). Jobbról oospórák, ezek közül kettő a *Chara gymno-phylla*-é, csirázó állapotban. (Filárszky.)

nyúlik be az antheridium belsejébe. A manubrium végén több sejtecske foglal helyet, amelyekből ostorszerű tömlők nyúlnak az antheridium üregébe. E tömlők sejtjeiből az egész antheridiumban összesen mintegy 38.000 spermatozooida fejlődik. Ezek csavaros alakúak és két csillangóval látvák el. A spermatozoidák ily óriási száma mellett biztosítva van az, hogy kiszabadulásuk után közülök okvetlenül eljutnak egyesek az archegonium koronájának nyílásán át a petesejthez. Egyes kárafajok, gyökerükön és földalatti szárrészüik csomóin

keményítőtartalmú gumócskákat hoznak létre. Ezek áttelelésre szolgálnak, tavasszal kihajtanak.

A kárák az édesvizek lakói; a tavak és folyóvizek fenekén csinos vegetációt alkotnak. Földrajzi elterjedésük sok sajátosságot mutat. Amellett hogy



431. ábra. Kára-kövület a tatatővárosi park patakjából. (Eredeti kép.)

a föld minden részén előfordulnak, az északi tájak felé hovatovább ritkulnak. A *Chara foetida* és *Ch. fragilis* az egész földön elterjednek, a *Ch. scoparia* és *Tolypella nidifica* csakis Európában és Ausztráliában. A *Nitella confervacea* csakis Normandiából ismeretes. A *Ch. crinita* egész Európában és általában az északi félgömb kontinens területein előfordul, azonban e kétlakú növénynek Európából és különösen

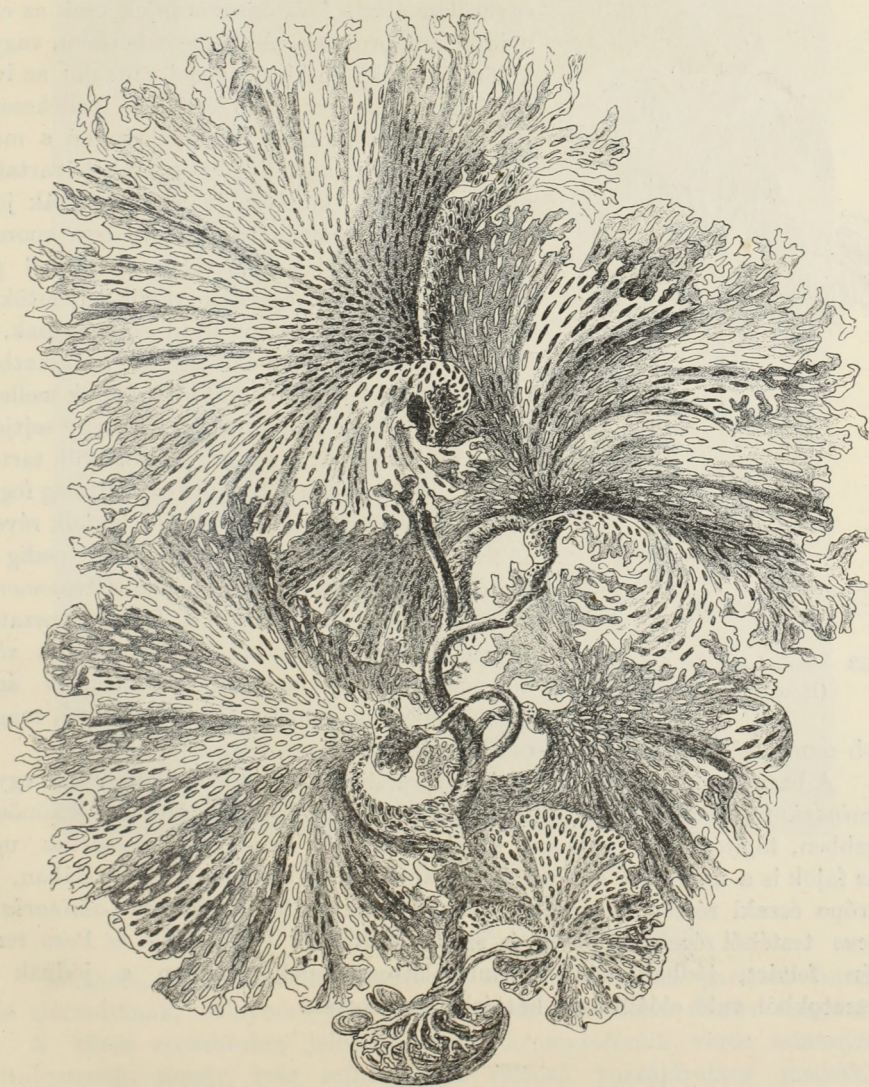
Németország területéről csakis nőpéldányai ismeretesek; a hímpéldányok Európán kívül gyakoriak ugyan, Európában azonban ezeket csak igen ritkán találták meg (Magyarország, Piräus és Franciaország). Daczára ennek, az elszigetelten előforduló nőpéldányok parthenogenesis útján csirázásra képes oospórákat hoznak létre.

A kárák fajainak fosszilis maradványai a jurától kezdve fordulnak elő, azonban többnyire csak oospóra-terméseit találták meg. Az egész növény különösen a fiatalabb mészkőlerakódásokban van megtartva; azonban ezekben sem maga a növény, hanem csupán az arra ráakódott mészbevonat van meg. Az ilyen váztömeg össze-visszafonódott csövecskékből áll, amelyeken a kárák jellemző örvös elágazása jól kivehető; néhol az ily maradványok vastag mészkőrétegeket alkotnak (431. ábra). Ilyenek láthatók pl. a tatatővárosi mészkőlerakódásokban, ahol egyes mohoknak hasonlóan megtartott maradványaival együtt jelentékeny részét képezik a kőzetnek. Az ottani mészkőbányában, több méternyi mélységből követhetők felfelé, egészen a legfiatalabb rétegekig; sőt az ottani park patakjában e megkövesedési folyamat fokozatosan követhető a még üde, zöld, élő kára-vegetációig.

X. csoport. Barna moszatok (Phaeophyceae).

Túlnyomóan az északi és az ausztráliai tengerek lakói. Amellett hogy apró, egysejtű vagy sejtfonalból álló génuszok is tartoznak e csoportba (pl. *Phaeococcus*, *Phaeothamnion*), nagy részük fejlettebb termetű, és egyes *Macrocystis*-

fajok 200 m hosszúra is megnöve a tengerek legnagyobb növényei. Alakjukban e csoport tagjai szintén nagy változatosságot mutatnak: az említett egysejtű és egyszerű sejtfonalból állók mellett ott találjuk a *Laminariák* több méter hosszú, széles, szalagalakú, ujjasan elágazó stb. lemezét, melyek vastag törzse dúsán elágazó, gyökérszerű telepágakkal kapaszkodik, a tengerpart közelében, a fenék tárgyaihoz. Igen díszes, átlukgatott, levélalakú lemezei vannak a *Thalassiophyllum*-nak (432. ábra); az antarktikus tengerekben tenyésző *Lessonia*-fajok (433. ábra) pedig vastag törzsükön fejlődő ágaikkal és lelógó, levélszerű, elágazó lemezeikkel a fák természetét utánozzák. Leginkább differenciált a *Sar-*



432. ábra. *Thalassiophyllum Clathrus*. (Postels és Ruprecht.)

gassum-ok telepe, amelyen hengerded ágazat, levélalakú lemezek, úszó hólyagok és a szaporodási szervek számára külön oldalágak vannak. Egyes barna moszatok és így különösen a *Laminariák* törzse bonyolult és igen érdekes szerkezettel bír. E törzsek a fák törzsére emlékeztető zónákkal vastagodnak. A merisztéma természetű réteg a törzsnek kerületi részén (435. ábra) foglal helyet, amely osztódása és sejtjeinek növekedése által évről évre gyarapítja a törzset. Utóbbinak közepében laza, tömlőkből álló szövet van. A barna moszatok részint ivartalan rajzó-spórákkal vagy mozdulatlan aplanospórákkal (*Dictyotaceae*) szaporodnak, részint pedig ú. n. planogameták, vagyis egyforma alkotású, mozgékony rajzók, vagy pedig (*Cutleriaceae*) egymástól alakban különböző rajzók



433. ábra. *Lessonia fuscescens*.
(Hooker és Harvey.)

egyesülése által. A *Laminaria*-fajok csak az első módon szaporodnak. A *Dictyota* kétlaku, vagyis külön nő és külön hím egyedei vannak; az ivaros és ivartalan generáció létrejötté ivadékcserével kapcsolatos, vagyis a nő-példányon a megtermékenyülés után fejlődő oospórából ivartalan növény fejlődik, amelyen ivartalan spórák jönnek létre négyesével (*tetraspórák*) egy sporangiumban. Ezekből az ivartalan spórákból pedig megint ivaros egyedek veszik eredetüket. A *Fucaceák* csakis ivaros úton szaporodnak.

A szaporodási módban és testalkatban tapasztalható bonyolult változatosságok mellett, közös sajátsága e moszatoknak az, hogy sejtjeik barna színanyagot, ú. n. phaeophyllt tartalmaznak. Sejtjeikben többnyire egy sejtmag foglal helyet. Filogenetikailag, egysejtű tagjaik révén, a flagellátákhoz csatlakoznak, még pedig a sárga kromatofórákat tartalmazó *Chrysomonadales*-hez. Eredetüket tehát a barna moszatok ugyanabból a csoportból veszik mint a zöld moszatok és így azokkal párhuzamos ágazatot képeznek, amely azonban felfelé, magasabb rendű növényekhez nem csatlakozik.

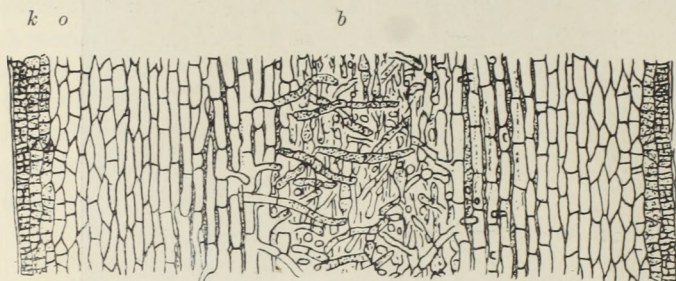
A barna moszatok számos fajtát használják különböző célokra. Így egyes *Laminaria*-fajok törzsét (*stipites Laminariae*) a gyógyászatban, különösen régebben, tágitócsapok gyanánt alkalmazták. A *Laminaria saccharina* meg más fajok is a mannitot szolgáltatják, amelyek különösen Kelet-Ázsiában, de Európa északi részén is táplálék gyanánt használatosak. Számos *Laminaria* és *Fucus* testéből régebben jódot és szódát állítottak elő, a Chile és Peru területén feltárt, jódban dús nátriumsalétromtelepek azonban a jódnak a moszatokból való előállítását háttérbe szorították.

434. ábra. *Sargassum linifolium*. (Oltmanns.)

XI. csoport. Vörös moszatok (Rhodophyceae).

Amellett, hogy ennek a csoportnak fajai az óceánok partjain mindenfelé előfordulnak, túlnyomó részük a mérsékelt és forró földöv tengereiben él. A vörös moszatokra jellemző, hogy kromatofóráik vörös színanyagot tartalmaznak, amely, más színanyagok változó hozzájárulása mellett, a moszatok testének rózsaszínű, ibolyaszínű, bíborvörös stb. színt kölcsönöz.

Szaporodásukra nézve kiemeljük, hogy rajzó-spóráik nincsenek. Ivartalan úton való szaporodásuk többnyire mozdulatlan *tetraspórákkal* történik, ivaros szaporodásuk pedig petesejtjeiknek, illetőleg a *karpogonium*-nak a víztől oda-



435. ábra. Fiatal *Laminaria*-egyed törzsének sugárirányú hosszmetSZETE: *k* kéreg és osztódó réteg; *b* belső, lazább szerkezetű fonalas rész, amelyben számos, vízszintesen menő, összekötő tömlő látható. (Oltmanns.)

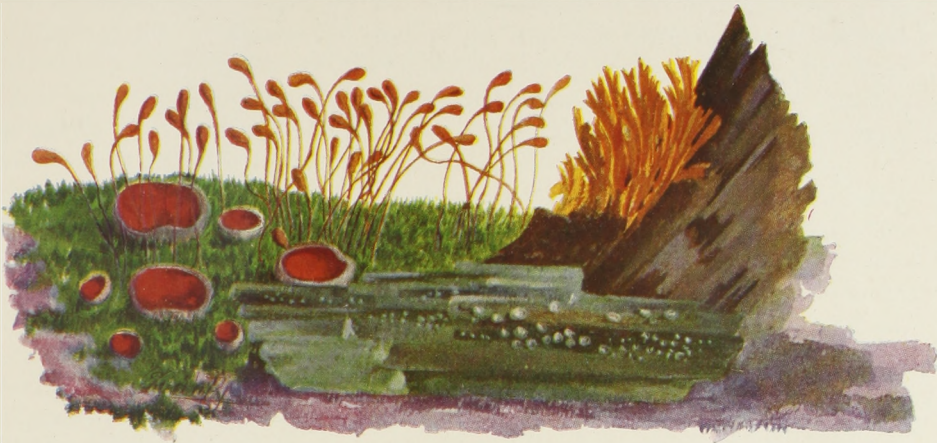
sodort, önálló mozgásra nem képes spermáciumok által való megtermékenyítésében áll.

A vörös moszatok testalkata nagyon változatos, az egyszerű fonalakúaktól (*Callithamnion*) kezdve, szárral, ágakkal és levelszerű lemezekkel

bíró, igen csinos termetű *Chondrus*, *Gigartina*, *Plocamium* és más fajok alakjáig, a legváltozatosabb formákkal találkozunk; és előfordulnak közöttük épszélű, vagy elágazó levelet utánzó, korallszerűen elágazó, legyezőalakú stb. fajok. Igen sajátosságok az elmeszesedett sejtfaalaiktól kőkemény *Lithothamnion*-fajok, amelyek telepe csinosan szétterülő, elágazó vagy hullámzatos, bibircses felületű vánkosok, vagy réteges lemezek alakjában tapad a tenger medrének talajához, sziklákhöz, kagylókhoz, szivacsokhoz, sőt élő moszatokhoz is, ezeken rózsaszínű, kőkemény bevonatot alkotva. Az ilyen telepek folytonosan újabb és újabb rétegekkel gyarapodnak és elválva a talajtól, mint görgeteg vitetnek a víztől tovább. E moszatok és általában a *Corallinaceák* a tengerpartoktól távolabb eső, mélyebb vízű helyeket kedvelik és helyenkint igen nagy mennyiségben tenyészve, vastag rétegeket alkotnak. Mivel az élettelen moszattelep, mésztartalmuk következtében, nem semmisülhetnek meg, e korallina-rétegek folyton gyarapszanak. Ezek *Lemanea* és *Batrachospermum* fajok hegyi patakjainkban élnek. A vörös moszatok több faja (*Gracilaria lichenoides*, *Eucheuma spinosum*) szolgáltatja az ágárt (1. melléklet).

XII. csoport. A gombák (Fungi).

Míg a moszatok sejtjeiből a kromatofórák, nevezetesen pedig a klorofilltestcskéik sohasem hiányzanak és így ezek a testük felépítéséhez szükséges táplálóanyagok önálló létrehozatalára képesek, — addig a gombák az asszimiláció eme eszközeit nélkülözik. Ennek következtében a gombák csakis a klorofillos növényektől létrehozott anyagokból meríthetik táplálékukat. E tekintetben egyezők tehát a baktériumokkal; származásuk és testük fejlettsége alapján megállapítható rendszertani helyzetük azonban ezekétől messze esik. A legalsóbbrendű gombák, a *Phycomycetes*, származásuk tekintetében a zöld moszatokhoz utalnak, nevezetesen a *Siphonaeae*-hez. Innen kiindulva a csoport külön önálló sorozatot képez, amelynek felfelé, a magasabbrendű növénycsoportokhoz



Az Athenaeum f.-i. nyomása.

12. KRIPTOGÁM NÖVÉNYEK. II.

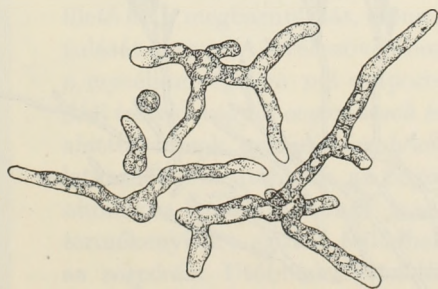
I Jobbról *Calocera viscosa*, alul *Chlorosplenium aeruginosum*, mindkettő korhadó fán; balról, a földön a *Peziza coccinea* termőteste, köztük és mögöttük a *Funaria hygrometrica* nevű moha, érett spóratokokkal. II csiperke-gomba (*Psalliota campestris*). (Eredeti képek.)



nincsen csatlakozása. A gombák jellemző sajátsága a klorofill hiányán kívül az, hogy telepük *sejtfonalak*-ból (*hypha*) áll, amelyek összeségét *mycélium*-nak nevezzük. A *Phycomycetes* osztályba tartozók mycéliumát, bármily elágazó is legyen az, többnyire egyetlenegy sejt alkotja (436. ábra), amelyen csakis a szaporodás szervei válnak el, mint külön sejtek. A többi osztályok gombáinak fonalai több, egymás végéhez csatlakozó sejtből állanak.

A gombák sejtjei tehát megnyúltak, fonalakúak. Kívülről azokat kitintartalmú sejtfal veszi körül, belsejükben pedig plazma van, amelyben számos, igen apró sejtmag, zsírtestcskék, ezenkívül glikogén, esetleg színes anyagok stb. foglalnak helyet. A mycélium szolgálhat tisztán a táplálkozás eszköze gyanánt és ekkor az illető élő vagy elhalt növényi anyag belsejében, vagy annak felületén terjed el, össze-vissza fonódva, kanyarogva. A sejtjeinek belsejében keletkező fermentumok segítségével, tápláló talaját (substratum) felbontva, azt részben felhasználja. Szolgálhat ezenkívül a mycélium a szaporodás céljaira is, mely esetben vagy mint egyszerű termőfonalon keletkeznek rajta a *spórák* (konidiumok), vagy pedig a mycélium külön *termőtestté*: apró, korsóalakú *peritéciummá*, kehely- vagy tányéralakú *apotéciummá*, az ehető és mérges gombáink kalapalakú, vagy a taplógombák konzolszerű termőtestévé stb. fonódik, hogy ezen a termőtesten, vagy ennek belsejében spórákat hozzon létre. A termőtestnek azt a felületrészét, amelyen a spórák fejlődnek, *hymenium*-nak nevezzük. Így a csiperkegomba (*Agaricus campestris* 12. melléklet) kalapjának alsó oldalán van a hymenium, a kucsmagombán (*Morchella esculenta*) ellenben az a ráncos kucsma egész felületére kiterjed. A szaporodás, illetőleg a fajfenntartás céljaira szolgálnak a *szkleróciumok* is, amelyek tömötten összefonódott mycéliumból állanak, és mint igen ellenálló képződmények, a legmostohább viszonyok között is életben maradnak, hogy alkalmas körülmények között tovább fejlődhessenek és utódokat hozhassanak létre. A szkleróciumok belsejében a fonalak oly tömötten fonódnak össze, hogy mikroszkóppal nézve fonadékuk (240. ábra) hasonló a magasabbrendű növényeknek sejtsztruktúrájához. Ilyen *álszövet* alkotja pl. az anyaróz belsejét.

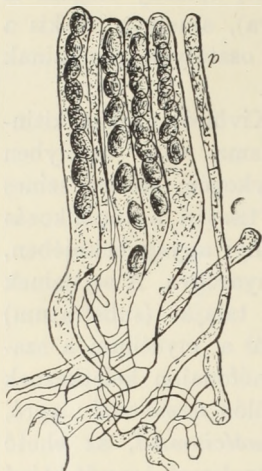
A *moszatalakú gombák* (*Phycomycetes*) egyetlen sejtéből álló mycéliumuk, valamint szaporodási módjuk alapján külön osztályt képeznek. A gombák túlnyomó többsége pedig, amelyet a többsejtű mycélium jellemez, a *fonalas gombák* (*Eumycetes*) osztályába tartozik. Ennek az osztálynak határain belül a rendszertani csoportosítás főalapját a spórák elhelyezésének módja teszi, és pedig ezen az alapon két alosztályt



436. ábra. A fejes penész (*Mucor mucedo*) spórájából fejlődő mycelium. (Brefeld.)

különböztetünk meg; nevezetesen a *tömlősgombák* (*Ascomycetes*) és a *bazidiúmos gombák* (*Basidiomycetes*) alosztályát. Az előbbieket jellemzi az, hogy spóráik tömlőbe (*ascus*) zárva fejlődnek, amelyek, ha megértek, a tömlő felpattanása után

válnak szabaddá (437. ábra). Egy ily tömlőben többnyire nyolc spóra foglal helyet. A második alosztályra pedig az jellemző, hogy spóráik szabadon,



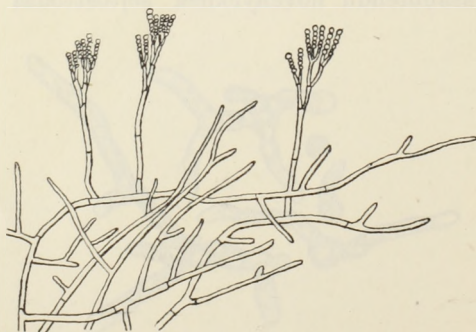
437. ábra.

A kucsmagomba (*Morchella esculenta*) 8—8 spóras tömlői; *p* meddő tömlő (paraphysis). 240-szer nagyítva. (Schenck.)

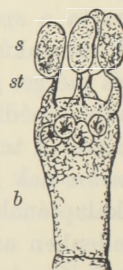
egy rövid, megvastagodott fonalrésznek, a bazidiumnak (438. ábra) csúcsán fejlődnek, apró nyelecskéken (*sterigma*), ahonnan megérésük után egyszerűen leválnak. A tömlőbe zárt ú. n. tömlőspórák (*ascospóra*), — illetőleg a bazidiumokon fejlődő bazidiumspórák azonban nem kizárólagos spórái az illető alosztály gombáinak, hanem ezeken kívül más szaporodási módjaik is vannak. Így pl. a közönséges ecsetpenész (*Penicillium glaucum*) egy tömlős gomba; tömlői peritéciumba vannak zárva, mely a táplálékanyag belsejében fejlődik. Ezenkívül azonban szabadon álló spórákat is terem. Az ismert kékes színű penész-bevonatot ugyanis gyöngysorok módjára lefűzött konidium-sorok teszik ki, amelyek közös fonalon, az ú. n. konidiumtartón nagy számmal, és több ágon ecsetszerűen vannak elhelyezve (439. ábra). Bonyolultabb az ú. n. heteroikus gombák szaporodása, a melyeknek nagy része élő növények levelein, szárán és termésén fordul elő és különböző fejlődési alakkal bír. Ezek az alakok külön növényeken tenyésznek, élőködnek.

Ilyen pl. a gabonarozsda (*Puccinia graminis*), amelynek egyik alakja a sóska borbolyán (*Berberis vulgaris*), másik pedig a gabonaműek levelén és szárán fejlődik (355. lap).

A gombák osztálya rendkívül sok családot, nemet és fajt számlál. A földön előforduló, eddig ismeretes gombafajok száma meghaladja a száz-ezeret, amelyek az erdők, mezők humuszos talaján, elhalt növényi és állati részekben, valamint élő növényeken és, kivételesen, állatokon is tenyésznek.

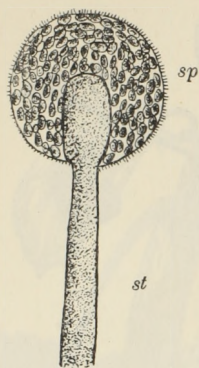
439. ábra. A közönséges ecsetpenész (*Penicillium glaucum*) myceliuma és konidium-tartói, konidium-sorokkal. (Klein.)

trágyán stb. tenyésznek és a természetben rendkívül elvannak terjedve. Leggyakoribb a közönséges fejes penész (*Mucor*

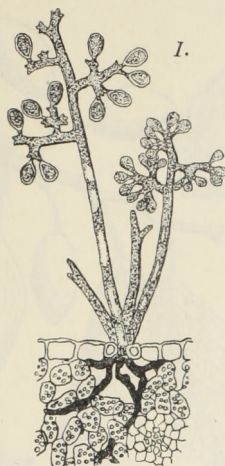
438. ábra. A mézszínű galóca (*Armillaria mellea*) bazidiuma *b*; *st* sterigmák; *s* spórák; a bazidium belsejében, a másodlagos sejtmegosztása által létrejött 4 sejtmag foglal helyet, melyek még nem vándoroltak át a spórákba. (Ruhland.)

A moszatalakú gombák (*Phycomycetes*) közé tartoznak a fejespenészek (*Mucorineae*), melyek zárt, nedves helyen kenyéren, gyümölcsleiben, árpaleben,

mucedo, 440. ábra). Ide tartoznak a peronoszpórafélék (*Peronosporae*) is. Ezek növényeken élősködő gombák, amelyek gyakran csapásszerűen lepik el tenyésztett növényeinket. A szőlő peronoszpórája (*Plasmopara viticola*) egyike a legismertebb fajoknak (15. melléklet). Sporangiumtartói (441. ábra) a szőlő levelének alsó oldalán jelennek meg, fehér penészbevonat alakjában. A sporangiumok megérve, belsejükben — a moszatokhoz hasonlóan — rajzó-spórákat teremnek. A rajzó-



440. ábra. A közönséges fejes penész sporangiuma: *st* a sporangiumtartó, melynek kiszélesedő csúcsa a columella; *sp* a sporangium, melyben a spórák vannak. 300-szor nagyítva. (Brefeld.)



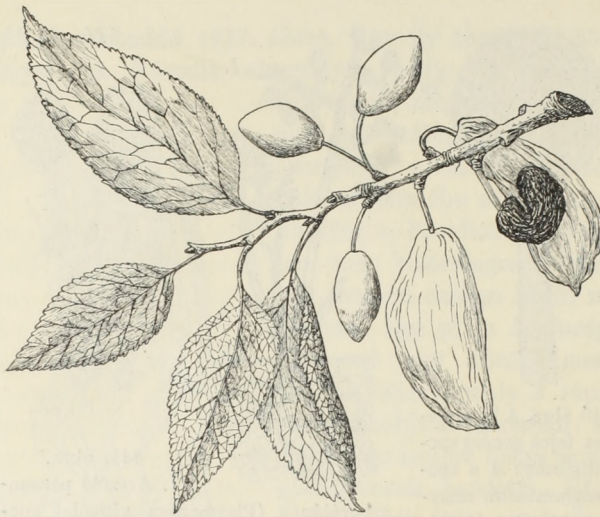
441. ábra.

I. A szőlő peronoszpórájának (*Plasmopara viticola*) sporangiumtartói, melyek a levél szövetében terjeszkedő fonalakból egy szájonnyíláson át nőnek ki és ágaikon sporangiumokat viselnek; II. *a* egy ily sporangium, erősebben nagyítva; *b* u. a. osztódott tartalommal; *c* pedig a sporangium ama állapotát tünteti fel, amelyben a rajzó-spórák nagyrészt már elhagyták.



442. ábra. *Albugo candida* a repce (*Brassica Napus*) virágzatán. (Eredeti kép.)

spórák csakis esőcseppek vagy harmat jelenléte mellett hagyhatják el a sporangiumot, és a szőlő levelének felső oldalára jutva csiráznak, fonalat hajtanak. A gombafonal a levél szövetébe behatolva, ebben tovább fejlődik, az illető hely megbarnulását, elpusztulását okozva. A levél szövetében a mycéliumvégeken női szaporodási testek, vagyis *oogoniumok* és alattuk hímek, *antheridiumok* keletkeznek. Az utóbbiak az *oogoniumok*ba benőve, azokat megtermékenyítik; ezután fejlődnek az *oospórák*. Utóbbiak áttelelés után, alkalmas körülmények közé jutva, tömlőt hajtanak, csiráznak, vagy pedig előbb rajzóspórákat hoznak létre és csak ezek csiráznak ki fonallá. A fonallá való közvetlen kicsirázás a sporangiumo-



443. ábra. *Exoascus Pruni*-től megtámadott szilvák. A két fiatal táskásodott szilva mellett, egy összezsugorodott tavalyi is van, amelyet különböző penészgombák leptek el. (Eredeti kép.)

A tömlősgombák spórái tömlőkben, aszkuszokban, az aszkus két sejtmagjának összeolvadása és további, többszörös osztódása által fejlődnek, egy tömlőben többnyire nyolcasával. Az aszkuszok, illetőleg az ezeket tartalmazó perivagy apotéciumok keletkezését sok esetben ivaros szaporodási folyamat előzi meg. Idetartoznak a lisztharmatfélék, közöttük az *Uncinula spiralis* (*Oidium Tuckeri*), mely a szőlő lisztharmat-betegségét okozza, a rózsza lisztharmatja (*Sphaerotheca pannosa*, 14. melléklet) stb., nemkülönben a tulajdonképpeni penészgombák, mint a közönséges ecsetpenész (*Penicillium glaucum*, 439. ábra) és az *Aspergillus*-fajok, melyek közül az *A. Oryzae*-t a japánok a rizssör előállításához használják, mint erjesztőgombát. Az *A. niger* és *A. fumigatus* az ember és állatok fülében, torkában is megtelepedhetik. A *Peziza*-fajok az erdők talaján gyakoriak; feltűnő és közönséges a piros színű *Peziza coccinea*, és a korhadó ágakon tenyésző szép, zöld színű *Chlorosplenium aeruginosum* (12. melléklet). Gyakori a gabonafélék, különö-

kon is előfordul, mely esetben azok mint konidiumok szerepelnek. A peronoszpórafélék közül gyakori még a burgonyakórt okozó *Phytophthora infestans* és a keresztesvirágúak porcellánbetegségét okozó *Albugo candida* (442. ábra).

A moszatalakú gombák osztályánál aránytalanul nagyobb a fonalgombák (*Eumycetes*) osztálya, amelyet a tömlősgombák (*Ascomycetes*) és a bazidiomos gombák (*Basidiomycetes*) alosztályára osztunk fel.



444. ábra. *Exoascus minor* okozta levélfodrosodás, cseresnyefán. (Eredeti kép.)



Az Allenaceum r.-t. nyomása.

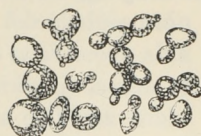
15. A SZŐLŐ PERONOSPORÁJA.

(PLASMOPARA VITICOLA.)

A levél alsó oldalán, különösen az erek mellett és az érzugokban láthatók a konidium-tartók fehér csoportjai. (Eredeti kép.)

sen pedig a rozs termésén az anyarozs (*Claviceps purpurea*, 14. melléklet). E gombának különféle alakja váltja fel egymást: a *Sphacelia*-alak a fejlődésben levő magházon tenyészik; ezen a mézharmat kiválását okozva. A szem helyén ezután a sötétszínű szklerócium, a tulajdonképpeni anyarozs jelenik meg (14. melléklet), mely a talajra jutva itt áttelel, tavasszal pedig kinő belőle a gomba peritéciumos alakja. Utóbbinak rózsaszínű, bunkósvégű termőteste van, amelynek bunkójába vannak bemélyítve az aszkuszoikat tartalmazó peritéciumok. Az élősködő tömlősgombáknak egy különös csoportját teszik az *Exoascus*-félék. A növények különböző részeinek, ú. m. levelének, egész ágrészleteinek, gyümölcsének, virágjának eltorzulását okozzák és e részek felületén mint fehéres, hamvas bevonat jelennek meg aszkuszaik. Gyakori a szilva »táskásodását« okozó *Exoascus Pruni* (443. ábra), a cseresznyefákon boszorkányseprőt okozó *Exoascus minor* (444. ábra) és mások.

A juhar- és fűzfajok levelein gyakoriak és néha nagy mennyiségben jelentkeznek a *Rhytisma*-k, melyeknek tintafekete termőestei feltűnő foltokat okoz-



445. ábra. Sörélesztő gomba (*Saccharomyces cerevisiae*). 500-szor nagyítva. (Hansen.)

nak (14. melléklet). A *Lo-phodermium Pinastri* (14. melléklet) az erdei fenyő kóros tűhullását, a *Polystigma rubrum* a szilvafa levelének piros pörsenéseit (14. melléklet) okozva, jelentékeny károkat tehet.

A tömlősgombákhoz sorozzuk a szarvasgomba-féléket (*Tuberaceae*). Ezek közül a *Tuber aestivum*, *T. brumale* és *T. magnatum* a legismeretesebb ízletes gombák, amelyeket különösen Olaszországban és Franciaországban gyűjtenek és hoznak forgalomba nagy mennyiségben. Az élesztőgombák (*Saccharomyces*) egysejtű, mikroszkópikus gombák (445. ábra), amelyek sarjadzás által szaporodnak. Bizonyos körülmények között, a táplálékanyag kimerülése után belsejükben spórák keletkeznek, vagyis az egész gombácska egy asz-



446. ábra. A kukorica üszög-gombája (*Ustilago Maydis*). Felére kisebbítve. (Eredeti kép.)

Az élők világa.

kusszá alakul. Az élesztőgombák az alkoholos erjedés főeszközei. A bor erjedésében a *Saccharomyces ellipsoideus*, a sörkészítésben a *S. cerevisiae* szerepel. A kenyérfőzéshez az utóbbit használják, és a gomba jelentősége itt abban áll,

hogy miután a liszt diasztázéja által a keményítő részben elcukrosodik, ezen alkoholos erjedést okoz, ami szénsavfejlődéssel és így a tészta megkezelésével kapcsolatos.

A *bazidiumos* gombák alosztályába tartozók jellemző sajátága az, hogy spóráik bazidiumokon jönnek létre, rendszeresen meghatározott számmal, legtöbbször négyesével (438. ábra). Ivaros szaporodás

ezen nem fordul elő, illetőleg itt a bazidium sejtmagjainak a spóráképződés előtti különös összeolvadásával, ú. n. *kariogamia*-jával találkozunk, amely alapján véve az ivaros szaporodásnak legegyszerűbb módja gyanánt tekinthető. A bazidiumok alkotása különböző és ennek nagy szerepe van e gombák csoportosításában. Az üszög- és a rozsdagombákon, a spóráknak bazidiumokon való keletkezésén kívül, a spóráképzésnek más módjai is előfordulnak. Ide tartoznak a különféle növények termésén, de különösen a gabonaneműinken élősködő üszög-gombák. *Ustilago Maydis* a kukoricán (446. ábra), *U. Avenae* a zabon (447. ábra), *U. Hordei* az árpán, *U. Triticum* a búzán tenyészik. Az üszkös mag csupa fekete vagy kékes színű üszögspórákkal (448. ábra) van tele. Utóbbiak a szántóföldön áttelelnek és tavasszal kicsiráznak tömlővé (*promycelium*), amelyen, mint bazidiumon, jönnek létre a spórák. A bazidiumspórák a fiatal, fejlődő vetés növényeire jutva, csiráznak; tömlőjüket azok szövetébe hajtják és a zsege növény testében hovatovább jobban terjeszkedve, a fejlődő virágzatba is behatolnak,

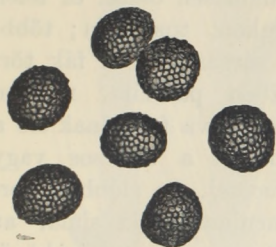


447. ábra. A zab üszög-gombája (*Ustilago Avenae*). (Eredeti kép.)

hogy az ebből kifejlődő magon nagymennyiségű üszögspórát hozzanak létre.

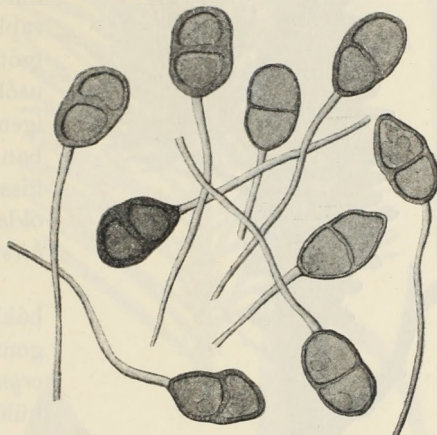
A rozsdagombák ezernyi fajával, mint olyan gombákkal, amelyek úgy a vadon termő, mint a tenyésztett növényeink földfeletti részein élősködnek, mindenféle lépten-nyomon találkozunk. E gombák fejlődésmenete több alak váltakozásával kapcsolatos, amelyek vagy mind ugyanazon a növényfajon

tenyésznek, vagy különböző növényeken fordulnak elő. Az előbbieket *autoikus*, az utóbbiakat *heteroikus* gombáknak nevezzük. A rozsdagombák tulajdonképpeni



448. ábra. A bakszakál üszög-gombájának (*Ustilago Tragopogonis*) üszög-spórái. 700-szor nagyítva. (Eredeti kép.)

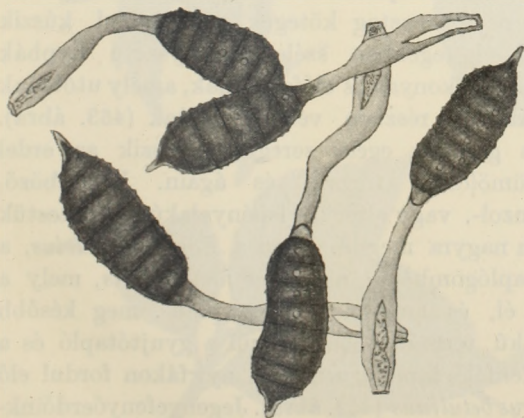
rozsdá- vagyis *uredo*-alakja a levelek vagy a szár epidermisze alatt fejlődik, melynek felrepedése után válnak a rozsdaspórák szabaddá. Ha ez az *uredo*-alak teljesen kifejlődött, úgy a rozsdaspórák nyomába az ú. n. *teleuto*-spórák lépnek. Míg az előbbiekk többnyire sárgás-vöröses színűek, egysejtűek, addig az utóbbiak sötétszínűek és két vagy több sejtűek, illető-



449. ábra. A *Gymnosporangium Sabinae* teleuto-spórái. (Eredeti rajz.)

leg kettésével vagy többesével egyesítvők. A teleuto-spórák a fonalaik végén foglalnak helyet és különféle alakúak lehetnek (449, 450. ábra). Áttelelés után csíráznak és bazidiumot hoznak létre, amely négy spórát terem. Ezek a bazidium-spórák inficiálják ugyanannak, vagy más növénynek a leveleit és ezeknek szövetébe hatolva, rajtuk *aecidium*okat hoznak létre. Az utóbbiak spórasorokkal telt, kehelyalakú termőtestek. Az *aecidium*okkal együtt jelennek meg az ú. n. *spermogonium*ok, amelyekben *spermácium*ok fejlődnek. A spermáciumok sem ivaros folyamatra, sem pedig arra, hogy újabb infekciót okozzanak, nem alkalmasak.

A heteroikus rozsdagombák közül legközönségesebb és ismertebb a már



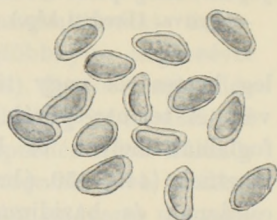
450. ábra. A rózsza rozsdagombájának (*Phragmidium subcorticium*) teleuto-spórái. (Eredeti rajz.)

említett gabonarozsda (*Puccinia graminis*), melynek *aecidium*- és *spermogonium*-alakja a sóskaborbolyán (14. melléklet), *uredo*- és *teleuto*-alakja pedig a gabonaművek szárán és levelén (14. melléklet) élőködik. A *Gymnosporangium Sabinae* teleuto-alakja (451. ábra) a nehézszagú boróka (*Juniperus sabina*) ágain, *aecidium*- és *spermogonium*-alakja pedig a körtefa levelén és gyümölcsén fordul elő (*Roeselia cancellata*). A rózsza rozsdája (*Phragmidium subcorticium*) és a szeder levelén élő-

ködő *Phr. violaceum* szintén igen gyakori autoikus gombák. A Basidiomycetes-alosztály gombái közé tartoznak még a *Tremellák* is. Kocsonyás állományú termőtestük különösen ősszel és télen gyakori a korhadó ágakon, tuskókon; többnyire olajbarna vagy sárgaszínű. A fák törzsén és ágain, részben parazita, részben szaprofita életmódot folytatva fordulnak elő a különféle *Stereum*-fajok és a likacsos vagy taplógombák (*Polyporaceae*). Az előbbieket termőtestének alsó, hymenium-oldala sima, az utóbbiaké likacsos. A *Stereum*-génusz fajai közül igen gyakori a különböző színű, többnyire azonban sárgás vagy egy kissé hamuszínes, felső oldalán borzas *Stereum hirsutum*.



451. ábra. A *Gymnosporangium Sabinae* teleuto-alakja, a nehézszagú boróka ágán. (Eredeti kép.)

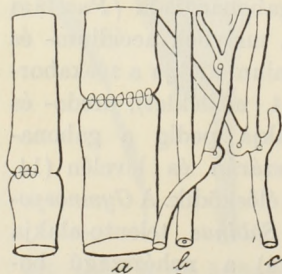


452. ábra. A házi gomba spórái. (Eredeti rajz.)

A likacsos gombákhoz tartozik a házigomba (*Merulius lacrymans*). Myceliuma különösen az épületek fenyőfa alkotórészeit támadja meg és a zárt,

nyirkos levegőjű helyiségekben hirtelenül pusztítja el azokat. Főleg a még egészen ki nem száradt, friss fára veszedelmes. Termőteste a deszkára, gerendákra, falakra terülve,

nagyra megnő és lepényalakú, melynek bemélyedő közepét a hymenium borítja. Utóbbi a spóráktól (452. ábra) rozsdasárga színű. E gombának finom fonalai a



453. ábra. A házi gomba (*Merulius lacrymans*) fonalkötegeiben levő elemek: *a* széles, edényszerű, *b* vékonyabb, de vastagfalú és *c* vékonyfalú fonalak; utóbbiakon u. n. bogsejtecskékláthatók. 520-szor nagyítva. (Eredeti kép.)

fa sejtjei között terjeszkednek; a falak mentén és a falakban pedig vastag kötegek segítségével kúszik tovább. E kötegekben széles, edényszerű hyphák mellett még vékonyak is előfordulnak, amely utóbbiak részben vastag, részben vékony falúak (453. ábra).

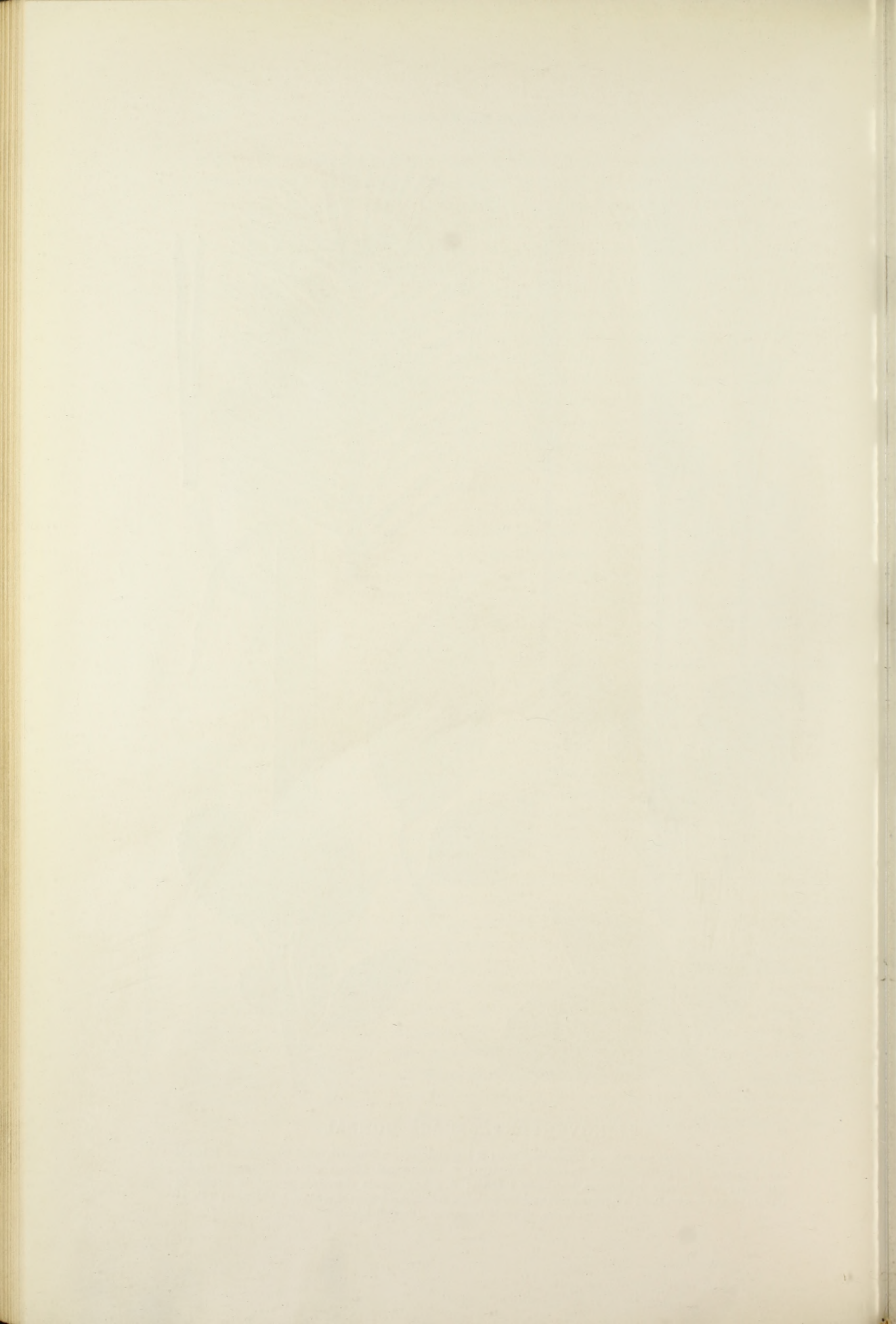
A likacsos gombák egész serege tenyészik az erdei és a gyümölcsfák törzsén és ágain. Különböző, pata-, konzol-, vagy elterülő lepényalakú termőtestük néha igen nagyra megnő. Ilyen a *Fomes igniarius*, a tölgyfa taplógombája; a *Fomes fomentarius*, mely a bükkfán él, és amelynek nagy, pata-, meg később konzolalakú termőtestéből készül a gyujtótapló és a sok mindenféle tapló-árucikk. A nyírfákon fordul elő a *Polyporus betulinus* (454. ábra). Jegenyefenyőerdőinkben igen gyakori a *P. annosus*, mely a gyökereket és a törzs alsó részét pusztítja. Tölgyfatuskókon, út-



Az Alhenaum r.-l. nyomása.

14. NÖVÉNYBETEGSÉGEK GOMBÁL.

1 Anyarozs (*Claviceps purpurea*), rozskalászokon; 2 *Lophodermium Pinastri*, erdei fenyőtűkön, jobbról egy tűpáron az apotheciumok, kevéssel nagyítva; 3 lisztharmat (*Sphaerotheca pannosa*) rózsahajtáson; 4 *Rhytisma salicinum*, kecskefűz levélén; 5 gabonarozsda (*Puccinia graminis*) uredo- és teleuto-alakja rozslevélén; 6 ugyanannak aecidium-alakja (*Aecidium Berberidis*) sóska borholyán; 7 *Poly-stigma rubrum*, szilvafa leveleken. (Eredeti képek.)



oszlopokon stb. gyakori a *Daedalea quercina*, melynek hymenium-oldala labirint-szerűen ráncolt.

A likacsos gombákhoz számos ehető és mérges gomba is tartozik. Ilyenek a *Boletus*-fajok. A közönségesebb, ízletes gombák közül való a tinóorrú gomba (*Boletus edulis*), a vargánya (*Boletus bulbosus*) és egyike legmérgesebb gombáinknak, a piros hymeniumos sátán-gomba (*Boletus satanas*).

A *Basidiomycetes* alosztálynak igen nagy családját a lemezes gombák (*Agaricaceae*) teszik. Jellemző sajátága e gombáknak, hogy termőtestük rendszeren rövid tönkön álló



454. ábra. *Polyporus betulinus*.
Felére kisebbítve. (Eredeti kép.)

kalap, amelynek alsó, hymenium-oldala sugarasan elhelyezett lemezekből áll. Számos ehető és mérges gomba tartozik ide. Az ehetőek közül

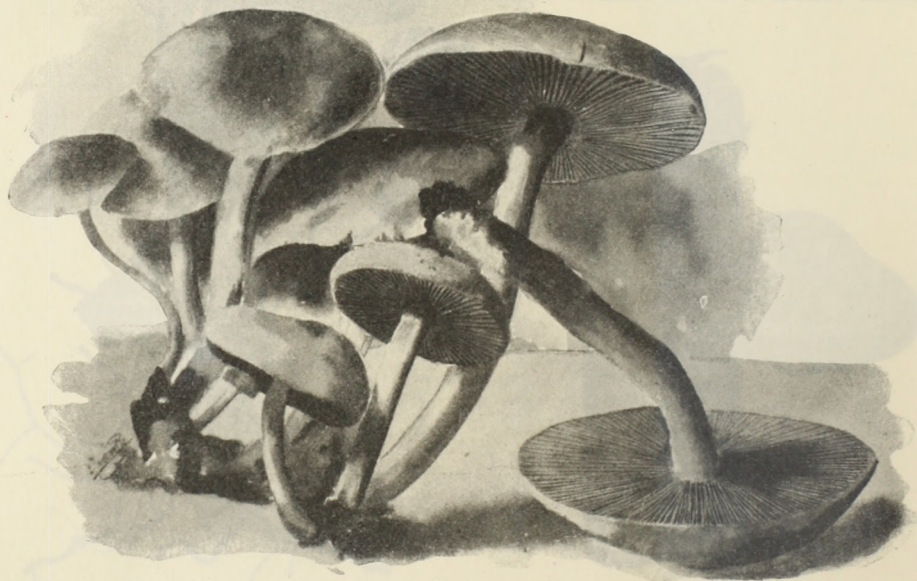
rétjeinken közönséges a mesterségesen is tenyésztett csiperkegomba (*Psalliota campestris*, 12. melléklet); fenyveserdőinkben pedig nyár utóján és ősz elején nő az ízletes rizike (*Lactaria deliciosa*). Ide tartozik a királygomba (*Amanita caesarea*), a vén fák törzsén nagy csoportokban megjelenő laskagomba (*Agaricus ostreatus*), a vén fák, de fiatal csemeték gyökerén is élősködő gyökérrontó vagy mézszínű galóca (455. ábra), melynek fekete fonalai (*rhizomorpha*) a talajban és a megtámadott fák kérge alatt kúsznak. A mycéliumától megtámadott korhadó fa éjjel zöldes fénnel világít. A mérges gombák



455. ábra. A gyökérrontó galóca (*Armillaria mellea*). A megtámadott fácska gyökerei között ki-
vehetők a gombának fekete rhizomorfái, melyek
végén, a kép jobboldalán egészen fiatal, annak
baloldalán pedig fejlettebb termőtestek láthatók.
A háttérben egy teljesen kifejtett, túlrett termő-
test van. Felére kisebbítve. (Eredeti kép.)

közül feltűnő a fehérfoltos, piros kalapú légyölő galóca (*Amanita muscaria*), amely hasonlít az előbb említett királygombához; tönkjének és hymeniu-
mának színében tér el attól, amennyiben ez a légyölő galócán fehér, a király-
gombán sárgás. Mérgesek vannak a zöld és piros kalapú *Russula*-fajok között is. Gyakori gomba a kissé zöldessárga színű *Hypholoma fasciculare* (456. ábra), mely
erdeinkben, különösen korhadt tuskók mellett, nagy csoportokban jelenik meg.

Nagy számmal tenyésznak, különösen az alföldi és hegyvidéki legelőkön,
de más helyeken, réteken és erdőkben is a pöfeteggombák (*Lycoperdaceae*).
Ezeknek különböző alakú, minden oldalról zárt termőtestük van, melynek



456. ábra. *Hypholoma fasciculare*. Felére kisebbítve. (Eredeti kép.)

belsejében, érett korában megbarnuló fonadék (*capillitium*) és ugyanilyen színű
spóratömeg foglal helyet. A pöfeteggombák testének eme belső tömegét együtte-
sen *gleba*-nak nevezzük. A papírszerű külső hártjának (*peridium*) különféle
módon történő felrepedése után, a spóratömeg sötét por alakjában szabadul
ki és vitetik a szél által tovább. Igen közönséges legelőkön, réteken, kertekben
a *Lycoperdon bovista*, melynek termőteste $\frac{1}{2}$ m átmérőjűvé is megnő. Gyakori
a *L. caelatum* (457. ábra), és az erdők talaján növő *L. pyriforme*.

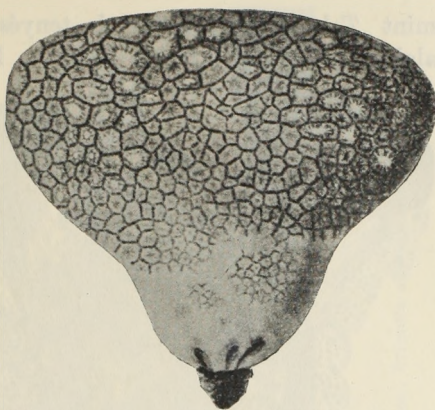
Zuzmók (Lichenes).

A zúzmók testét egy gomba, többnyire tömlős, ritkábban bazidiumos
gomba és egy moszat, még pedig egysejtű vagy fonalas, kék vagy zöld moszat
alkotja együttesen.

A zuzmótelep tehát e két növénynek együttes tenyészése, vagyis *symbiosis*a által jön létre; benne az asszimiláló részt a moszatsejtek képezik, a gombafonalak pedig azokat szorosan körülfontva, az amazoktól létrehozott táplálóanyagokból élnek. A moszatsejtek többnyire a telep belsejében, a kéreg alatt foglalnak helyet, egy külön rétegben, az ú. n. *gonidium-rétegben* (*heteromerikus*-telep); vagy pedig — a kocsonyás állományú és a fonalas telepűek testében — a gombafonalak és a moszatsejtek egyenletesen vannak eloszolva (*homoimerikus* telep).

E sajátos növények szaporodása

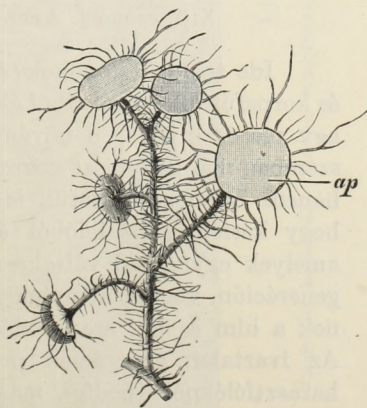
különféleképpen történik. A moszatsejtek vegetatív úton, kettéosztódás által szaporodnak, a gombafonalak pedig folyton növekednek, úgy hogy ezáltal a telep növekszik, továbbterjed. Ezenkívül leváló és a szél által tovább vitt részekkel, vagy pedig — a heteromerikus zuzmók — *szorédiumok* által terjeszkednek, szaporodnak. A szorédiumok egyes leváló moszatsejtek, amelyeket gombafonalak vesznek körül; a gonidium-rétegben keletkeznek és a kéreg felhasadása után mint lisztes bevonat jutnak a zuzmótelep felületére. Végül a zuzmó gombája külön korong-, tányér-, gomb- stb. alakú termőtestet hoz létre (a 13. mellékleten az izlandi zuzmó, — a 459. ábrán az *Usnea barbata* apotéciumai láthatók) és ezen spórákat, amelyek által terjed. E spórákhoz egyes esetekben moszatsejtek is csatlakoznak (*hyméniumgonidiumok*). A zuzmókat alkotó gomba csakis akkor fejlődhetik, ha a moszattal együttesen él; a természetben külön-külön nem tenyésznek. Kivételt csakis egyesek képeznek; így nevezetesen a trópusokon előforduló *Cora pavonia* nevű, bazidiumos zuzmó, amelynek gombája,



457. ábra. *Lycopodium caelatum*. $\frac{2}{3}$ -ára kisebbítve. (Hollós.)

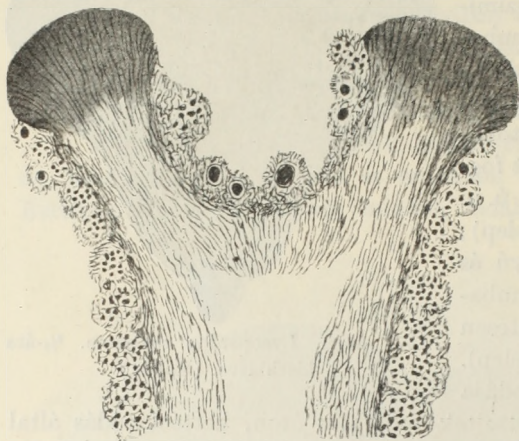


458. ábra. *Bryopogon usneoides*. $\frac{1}{3}$ -ára kisebbítve. (Eredeti kép.)



459. ábra. *Usnea barbata*, apotéciumokkal *ap*. (Schenck.)

mint *Telephora*-faj külön is tenyészik. A zuzmók fajai a legváltozatosabb alakúak; vannak kérges, elágazó, leveles, kocsonyás, fonalas stb. zuzmók.



460. ábra. A *Cladonia coccinea* fiatal termőteste, melyben azonban még aszkogén hyphák nincsenek. A telep külsején, az odajutott szorédiumok már fejlődésnek indultak, számos teleppikkelyt hoztak létre. Oldalt, fent és a bemélyedésben néhány változatlan szorédium a nagyobb, sötét foltok által van jelezve. 100-szor nagyítva. (Krabbe.)

A fák törzsén és ágain igen gyakori a sárgás színű *Xanthoria parietina*; a zöldes színű, nagy levelű *Sticta pulmonacea*; a lelógó, elágazó *Bryopogon* (458. ábra), *Usnea barbata* (459. ábra) és *U. longissima*. A zuzmók számos faja él az erdők, mezők talaján. Ilyen a nagy, leveles, kerekded telepeket alkotó *Peltigera canina*, továbbá a különféle *Cladonia*-fajok (460. ábra és 13. melléklet). A *Cl. rangiferina* egyike a földön legelterjedtebb zuzmófajoknak. Utóbbi az izlandi zuzmó (*Cetraria, islandica* (13. melléklet) társaságában különösen nagy mennyiségben fordul elő az északi sarkvidék tundraterületein. Nálunk mindkét faja hegyi erdőségek talaján, havasi

legelőkön és különösen az erdőtenyészet határán felül fordul elő nagyobb mennyiségben. Az alföldi homokpusztákon helyenként nagyon gyakori a *Cladonia endiviaefolia* és a *Parmelia prolixa* var. *Pokornyii*. A zuzmók a kősziklák legelső benépesítői. Hegységeink szikláin leggyakoribb a *Rhizocarpon geographicum* (11. melléklet), amely szép sárgászöld színével és fekete rajzolataival messziről szemünkbe ötlük. Igen élénk színű a narancsvörös *Parmelia elegans* is.

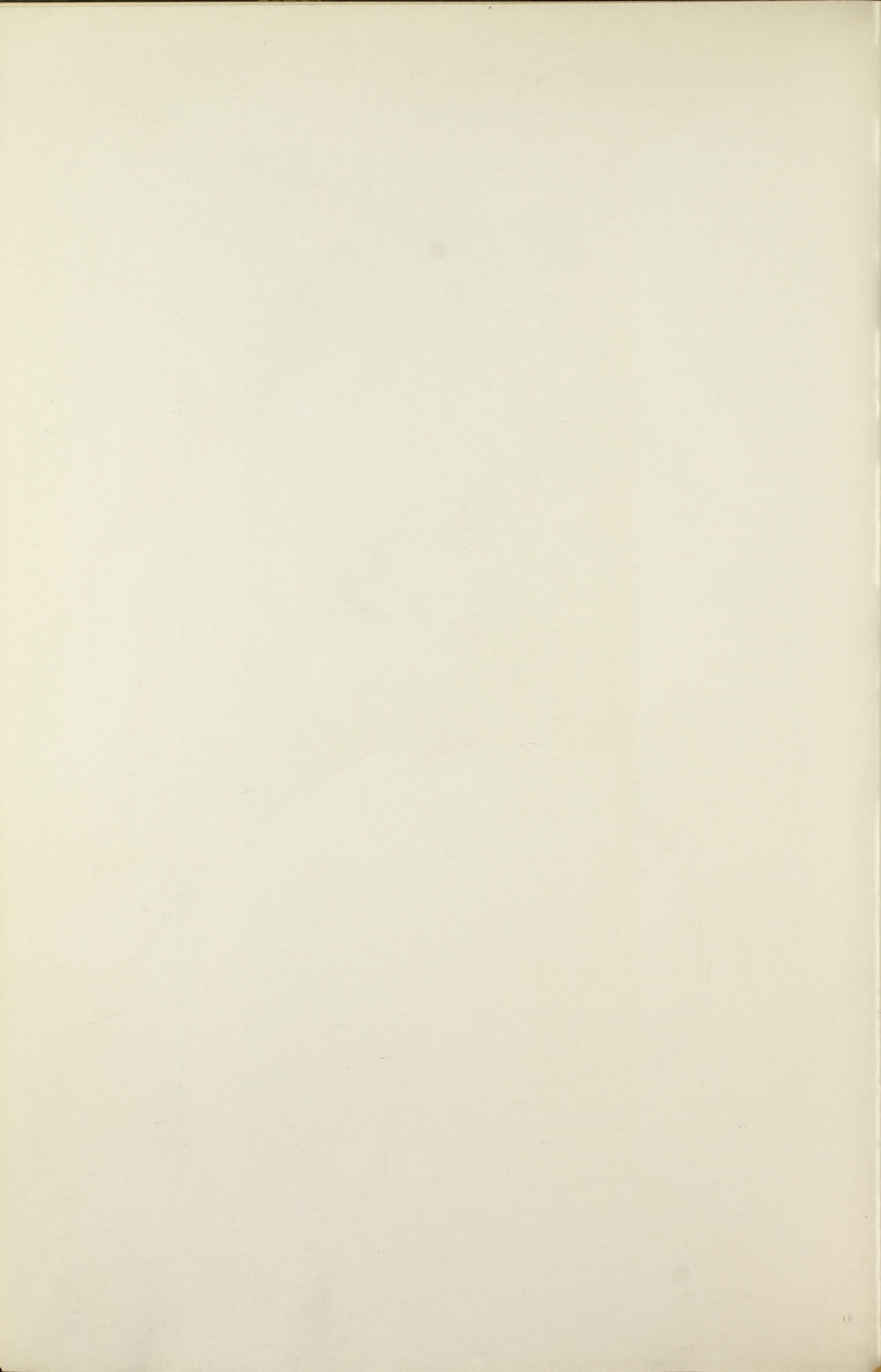
XIII. csoport. Archegoniumos növények (Archegoniatae).

Ide tartozik a mohok (*Bryophyta*) alcsoportja, valamint a harasztok, surlók és korpafűfélék osztályából álló harasztfélék (*Pteridophyta*) alcsoportja. A mohok egy részét kivéve, e növények az I—XII. csoportban tárgyalt telepesekkel szemben már nagyrészt szárral és levelekkel bírnak, és nemcsak külső tagoltságuk, hanem belső szerkezetük is fejlettebb, differenciáltabb. Jellemző sajátosságuk, hogy kétféle generációból állanak, ú. m. ivaros és ivartalan generációból, amelyek egymással váltakoznak; egyik a másikkal veszi eredetét. Az ivaros generáción, vagyis a mohnövénykén, illetőleg a harasztfélék előtelepén fejlődnek a hím és női szaporodási szervek: az *antheridiumok* és *archegoniumok*. Az ivartalan generáción pedig, vagyis a mohok sporogoniumjában, — a harasztféléknél pedig magán a haraszt-, illetőleg surló- vagy korpafűnövénnyen, melyek spermatozoidák által megtermékenyített petesejtéből veszik eredetüket, ivartalan úton létrejövő spórák keletkeznek. Utóbbiak kicsi-

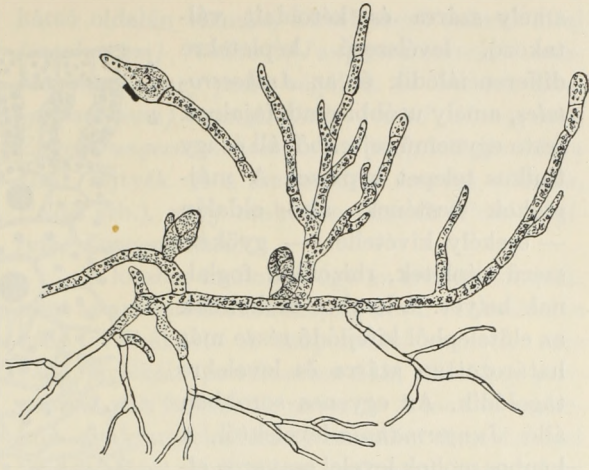


13. KIRÁLYHEGYI NÖVÉNYCSOPORT.

Balról jobbra; *Carex Goodenoughii*; *Cladonia rangiferina*, előtte *Cladonia cucullata*; *Oreochloa disticha*; *Cetraria islandica*; *Primula minima*. (Eredeti kép.)



rázva, ismét az ivaros generációt hozzák létre. A sejtosztódásról szóló fejezetben (209. lap) megismertük, hogy az ivari sejtek redukciós osztódás mellett jönnek létre, fél kromozóma-számmal, és csak a megtermékenyítés eredményezte embrió, valamint a belőle kifejlődő növény sejtjei bírnak a teljes kromozóma-számmal. A spóráképződés szintén redukciós osztódással kapcsolatos, és így a spórából fejlődő növény sejtjei szintén félkromozóma-számmal bírnak. Ezek szerint tehát az arche-goniáták ivaros generációja, amely spórából jön létre, sejtjeiben félannyi kromozómát



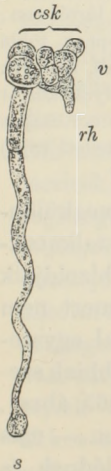
461. ábra. A *Funaria hygrometrica* előtelepe: fent, balról csirázó spóra, melyen alul, a sötét vonással jelezve, a spórának lepattant külső hárttyája (exosporium) látható; alatta kifejlett előtelep, rhizoidokkal és rügyekkel. (Müller-Thurgau.)

tartalmaz mint az ivartalan generáció, amely eredetét a megtermékenyített petesejtéből vette.

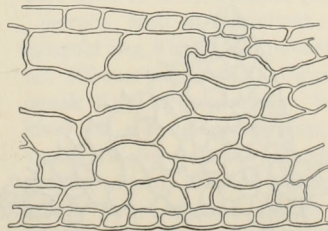
I. alcsoport Mohok (Bryophyta).

Ezt az alcsoportot két osztály: a májmohok (Hepaticae) és a lombos mohok (Musci) osztálya teszi ki. A mohok spórája a talajon, köveken, a fák kérgén stb. csirázva, tömlőt hajt, amely tovább növekedve fonalalakú (461. ábra), vagy a *Marchantiaceae* és *Jungermanniaceae* egy részén, valamint a tőzegmohokon sejtlap- vagy vánkosalakú (462. ábra) előteleppé, *protonemává* fejlődik. Az előtelep, a talaj felületén nőve, zöld színű, tehát tartalmazza az önálló életmódhoz szükséges klorofillt. Belőle hajt ki a mohnövényke; még pedig a májmohok nagy részén, a csiratömlőből kifejlődő sejtlap vagy sejttest (csirakorong) vezérsejtjéből, a lombmohokon pedig a fonalalakú előtelep egyes részein keletkező rügyekből.

A májmohoknak az előtelepből kifejlődő teste levélszerű telep (3. melléklet), amelynek szöveti szerkezete egyszerűbb (463. ábra) vagy pedig bonyolultabb (464. ábra); különbözik azonban a levélszerű teleppel bíró májmohoktól, az ugyancsak ezekhez tartozó *Jungermanniales* egy része,



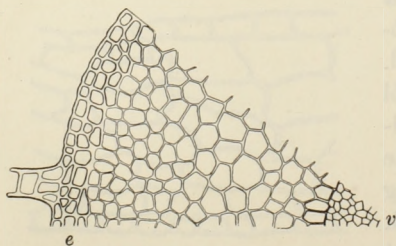
462. ábra. A *Marchantia polymorpha* előtelepe: s spóra; csk csirakorong; v vezérsejt; rh rhizoid. (Kny.)



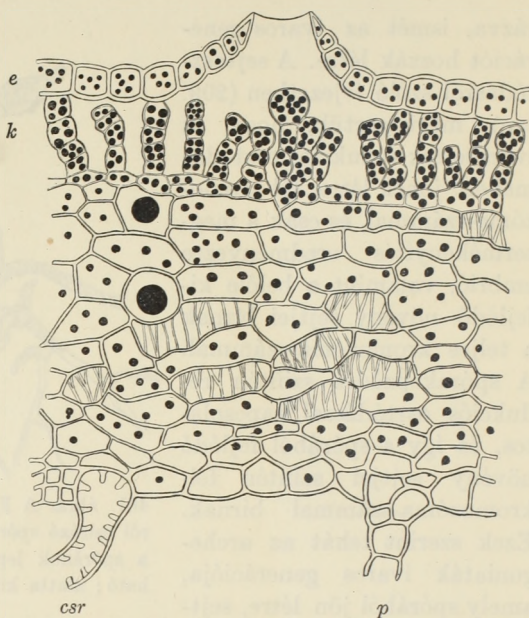
463. ábra. A *Monoclea Forsteri* telepének keresztmetszete. 150-szer nagyítva.

amely szárra és kétoldalt váltakozó, levélszerű képletekre differenciálódik és az *Anthocerotales*, amely utóbbi rend fajainak teste egynemű sejtekből áll és így tipikus telepet képvisel. A májmohok testének alsó oldalán — csekély kivétellel — gyökérszerű képletek, rhizoidok foglalnak helyet. A lombos mohoknak az előtelepből kifejlődő része már határozottan szárra és levelekre tagolódik. Az egyenes sorokban álló *Jungermannia*-levelektől, a lombos mohok levelei csavaros elhelyezésük által könnyen megkülönböztethetők.

Az előtelep és a moh-növényke tehát egymással teljesen összefüggenek. Együtt alkotják a fél kromozómaszamos, ivaros generációit; és egymástól — a májmohok nagy részén — alig is különböztethetők meg. A lombos mohok leveles szára azonban az előteleptől élesen elüt, és az előtelepen keletkező rügyek létrejöttétől kezdve attól határozottan megkülönböztethető. Habár a mohok, különösen pedig a lombos mohok, testalkatukkal a magasabbrendű növényekhez hasonlítanak, száruk, levelük, rhizoidjaik mégsem azonosíthatók a magasabbrendűek megfelelő testrészeivel, mert nem állanak ugyanazokból a szövetekből. A mohok belső szerkezete sokkal egyszerűbb; még a legfejlettebb testűek is nélkülözik az edénnyalábokat. Utóbbiak szerepét a lombos mohok száracskájaiban a központi szállítóköteg tölti be (465. ábra).

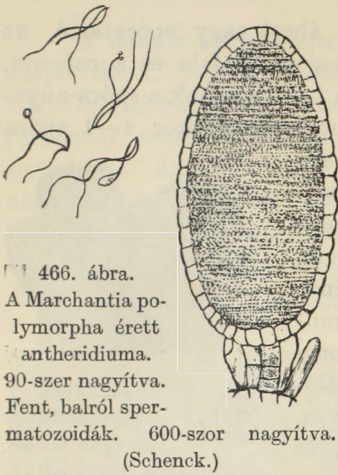


465. ábra. A *Mnium stellatum* szárának keresztmetszete: *v* központi szállító köteg, *e* epidermisz.



464. ábra. A *Lunularia cruciata* telepének keresztmetszete. *e* felső epidermisz, melyben egy légrés van; *k* klorofillt tartalmazó sejtfonalak; a telepnek többi része klorofillban szegényebb sejtekből áll, amelyek fala itt-ott hálózatosan vastagodott és amelyek között olajos cseppet tartó sejtek is vannak; *csr* csapos rhizoid; *p* pikkely. 140-szer nagyítva. (Eredeti rajz.)

Az *antheridiumok* és *archegoniumok* a mohok egy részén ugyanazon, — más részén külön-külön példányokon fejlődnek és különféleképpen helyezvék el. A *Marchantiaceakon* külön nyeles tartókon (*receptaculum*) foglalnak helyet, a *Ricciaceakon* a levél szövetének nyitott mélyedéseiben vannak elhelyezve, az *Anthocerotaceakon* pedig az archegoniumok hasonlóan vannak bemélyesztve, az *antheridiumok* ellenben a telep belsejében keletkeznek. A *Jungermanniaceakon* a csoportokban álló szaporodási szervek különféleképpen helyezvék el: sok esetben a tengely



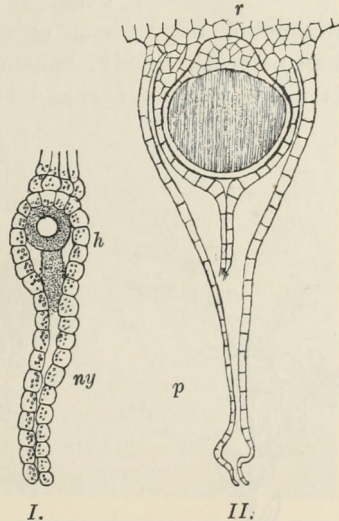
hátsó oldalán vannak, hüvelyszerű takaró által (*involucrum*) védve (*Jungermanniaceae anakrogynae*), vagy pedig végállók és levelek által (*perianthium*) vannak körülvéve (*J. akrogynae*). Egyes *Jungermanniaceae*kon a telep kidudorodása által rejtve el a szaporodási szervek (*Blasia*, *Pellia* stb.), vagy szabadon állanak (*Petalophyllum*, *Fossombronina*).

A lombos mohokon úgy az archegoniumok, mint az antheridiumok mindig körül vannak véve védő levélkékkel. A szaporodási szervek eme védő levélkeit *perichaetium*-nak, illetőleg *perigonium*-nak is szokták nevezni. A lombos mohokon gyakran jelentékeny szexuális dimorfizmust tapasztalunk, ami abban nyilvánul, hogy a hím

szaporodási szerveket tartó növénykéek kisebbek mint azok, melyeken az archegoniumok fejlődnek. Igen feltűnően nyilatkozik ez meg pl. a *Leucobryum* és *Buxbaumia* fajokon.

Az *antheridium*ok tojásdad vagy gömbölyű testecskék (466. ábra), amelyek egy sejtréteggel körülvéve, rövid nyelecskén foglalnak helyet. Belsejükben számtalan apró sejt van, amelyek mindegyikében egy spermatozooida fejlődik. Az antheridium megérése után felpattan és a spermatozoidák szabaddá lesznek. Utóbbiak csavaros fonalacskák, csúcsukon két csillagó van, amelyek segítségével élénken mozognak (466. ábra). Az *archegonium* (467. ábra) leglényegesebb része a petesejt, amely a korsóalakú, egy sejtréteg által alkotott buroknak alsó, kiszélesedő öblében, az archegonium hasi részében foglal helyet. Felette van még egy hasi sejt és a korsó nyakát a nyaki sejtek töltik ki. Ha az archegonium megéri, akkor a hasi és a nyaki sejtek nyálkává bomlanak fel, mely az archegoniumot környező vízbe áramlik. A spermatozoidák útírányát ez a nyálka, illetőleg a benne levő cukor szabja meg. A spermatozoidák ily módon az archegoniumnak szétnyíló nyakán át a petesejthez jutnak, és vele egyesülve, azt megtermékenyítik. E folyamat a nem vízben élő mohokon természetesen csakis eső vagy harmat révén történhetik meg.

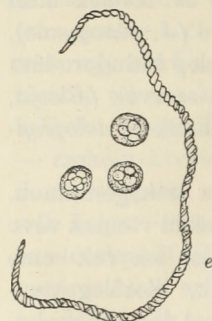
A megtermékenyített petesejt osztódásnak indul és embrióvá fejlődik, amelyből az ivartalan, teljes kromozómaszámú, sporofita generáció, a



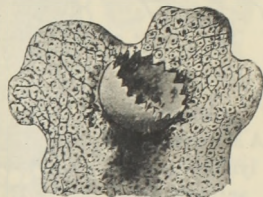
467. ábra. I. A *Marchantia polymorpha* érett archegoniuma: *ny* nyaki rész, *h* hasi rész a petesejttel. 300-szor nagyítva. II. Ugyanannak fiatal sporogoniuma: legkívül ezt a pseudoperianthium *p* veszi körül; ez alatt van az archegonium nyaki részétől alkotott burok, mely szorosan borítja a sporogoniumot (a sraffirozott részt); a sporogonium talaprészevel mélyed a receptaculum szövetebe *r*. 10-szer nagyítva. (Kny.)

sporogonium jön létre. A sporogonium (467., 470. ábra) vagy spóratartó, az egysejtrétegű külső burokból áll, melyet az archegonium fala és a csúcson,

annak nyaki része tesz ki. Ezen belül vannak a spóra-anyasejtek, amelyekből a sporogonium megérésekor 4—4 spóra keletkezik. A sporogonium alsó része, töve, az archegonium hasi részének megfelelő helyen marad és egyzersmind szoros kapcsolatban van azivaros generációval, a mohnövénykével, amely az egész sporogoniumot táplálja. Utóbbi célból a sporogonium tövének sejtjei a táplálóanyagok felvételére alkalmas, ú. n. abszorpciós szövetet képeznek, és némely májmohon (*Anthoceros*, *Dendroceros*, *Notothylas*) szívósejtek (haustoriumok) módjára, tömlőalakúak. A sporogonium belsejét a



468. ábra. A *Marchantia polymorpha* spórái és elaterája e. 315-ször nagyítva. (Kny.)



469. ábra. A *Marchantia polymorpha* telepének részlete, rügykosárákkal. 6-szor nagyítva. — r elkülönített kikelő rügy. 170-szer nagyítva.

májmohok nagy részén egészen kitöltik a spóra-anyasejtek, amelyekből azonban nemcsak spórák, hanem a legtöbb esetben steril sejtek, az ú. n. *elaterák* is fejlődnek (468. ábra). A lombos mohok legnagyobb részén a sporogoniumban

steril táplálószövet, a *columella* foglal helyet, amelyet süveg vagy köpeny alakjában vesz körül a spóratartó üreg. A spórák a széltől vitetve terjednek és alkalmas helyen csíráznak. Megkülönböztethető rajtuk egy külső, kutintartalmú hártya, az *exosporium*, és a belső, cellulozából álló *endosporium*. A spórák külseje és alakja különféle. Azok majd simák, majd szemcsés felületűek; gömb, vese, tojásdad, legömbölyített tetraéder stb. alakúak, amelyek tömege szárazon, szabad szemmel nézve, sárgás, vöröses, zöldes vagy barna por gyanánt tűnik fel. Csírázáskor az *exosporium* felpattan és az *endosporium* csíratömlőt hajt. A csíratömlőből fejlődik a többsejtű, fonalalakú előtelep, amelyben a sejtfalak a fonal tengelyére ferdén állanak (461. ábra). Kivételesen már a spóra belsejében



470. ábra. *Mnium undulatum*: I. antheridiumos, II. sporogoniumos példány. (Eredeti rajz.)

is sejtosztódás áll be (*Andreeales*) és az *exosporium* felpattanásakor a spóra már többsejtű. Ezekből a sejtekből több előtelepfonal veszi eredetét.

A mohok az ivarsejteken és ivartalan spórákon kívül vegetatív úton is szaporodnak. Vegetatív szaporodási szerv a *Marchantia* és *Lunularia* fajok rügykosáráiban (469. ábra) keletkező számos apró, többsejtű rügytestecske (*gemmae*), amelyek leválva, a talajra kerülnek és éppen úgy csiráznak, mint a protonéma. Adventív rügytestecskek keletkeznek, pl. a *Riccia*, a *Blasia* stb. alsó oldalán. Vegetatív szaporodásra alkalmas különben a májmohok egész telepe, amely többnyire bármely részéből szaporodhatik.

A mohok anyirkos talajon, patakokban, lápokban, a fák kérgén és köveken élnek. Elterjedésük igen nagy : a forró földövtől a zuzmós tundrákig mindenütt



471. ábra. *Neckera crispa*. Felére kisebbítve. (Eredeti kép.)

elterjedvék, különösen nagy számmal azonban a hegyes és az északi vidékeken. Kedvelik az árnyas, nyirkos helyeket, de számos fajuk él a kopár szirteken is. A tűzegmohok (*Sphagnaceae*) a lápok növényzetének főtömegét képezik; alulról agyagréteggel elzárt vízmedencékben több méter magas rétegekké nőnek, és a nedves klímájú magashegység sziklaomlásait is vastag takaróval látják el. A mohoknak a természet háztartásában jelentékeny szerepük van, mert a sziklákra telepedve, azok begyepesedését elősegítik és így úttörői a növénytenyészetnek; de ezenkívül fenntartói is, mert a talajt betakarva, azt a kiszáradástól védik, és ezáltal a növények tenyészetét előmozdítják. Az által, hogy lombzatukkal az esővíz jelentékeny mennyiségét felfogják, megakadályozzák

ennek gyors lefutását és így egyrészt megakadályozzák az árvizek keletkezését, másrészt a talajt állandóan nyirkosan tartva, elősegítik az állandó forrásvizek megmaradását.

Szép és változatos külsejükkel ékesítik a természetet. A forrásos erdei völgyekben nagy mennyiségben tenyésző, díszes termetű *Mnium undulatum* (470. ábra), a folyók és patakok vizében imbolygó *Fontinalis*, az erdők talaját, a korhadtt fatuskókat, köveket díszítő *Neckera* vánkосok (471. ábra), a növénytelen, agyagos vagy különösen szenes talajt, eleinte világos zöld, később élénk-sárga spóratokjaival ékesítő *Funaria hygrometrica* (12. melléklet), valamint a magasra növő és fehér, csúcsos, alul foszlányos süvegével (kalyptra) feltűnő *Polytrichum commune*, az ismertebb fajok közé tartoznak. A *Schistostega osmundacea* a barlangok érdekes díszé; sajátos alkotású előtelepe, sejtjeinek a fényt erősen visszaverő tulajdonsága következtében smaragdszínrel világít. (332. ábra.) Az *Ephemera* mohok, amint nevük is jelzi, eltűnésük és hirtelen megjelenésük által valóban tüneményyszerűek. Magyarázata ennek az, hogy előtelepjeik a talajban sokáig életben maradnak, és belőlük, alkalmas körülmények között, egyszerre nagy felületen tűnik elő a finom mohbevonat.

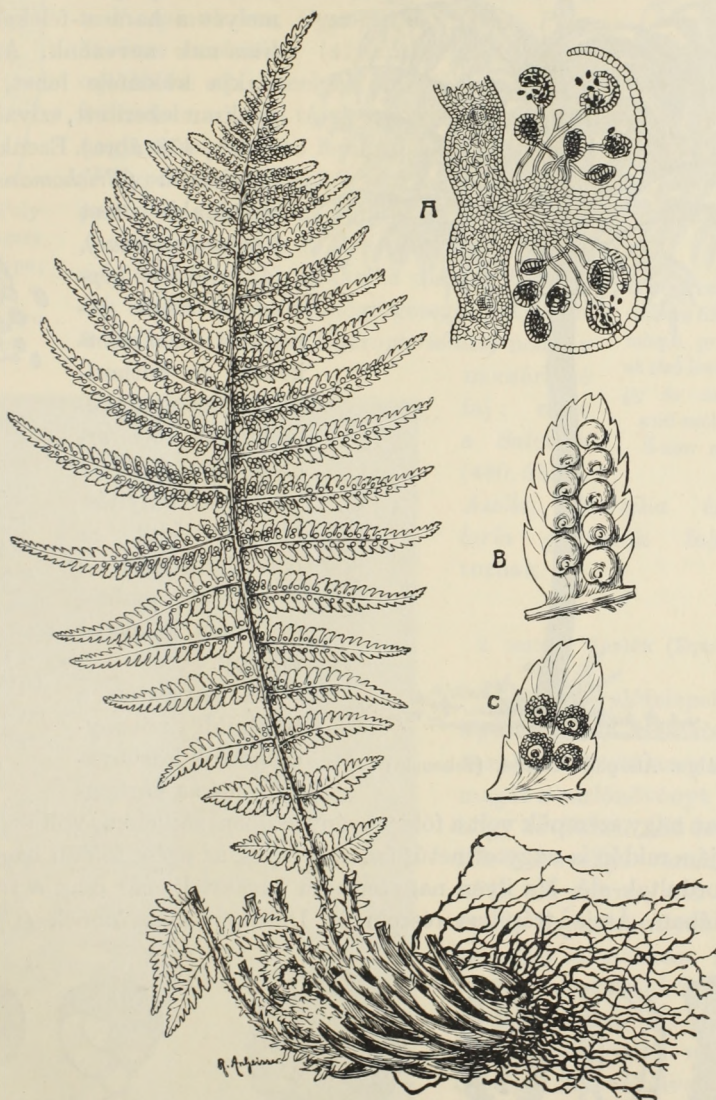
II. alcsoport. Harasztfélék (Pteridophyta).

Míg a mohok, a májmohok révén, számos sajátosságukkal csatlakoznak a telepes növényekhez, addig a harasztfélék úgy külsejükben, mint belső szerkezetükben is a magasabbrendű, virágos növényekhez állanak közelebb. A harasztféléknek is ivaros és ivartalan generációjuk van. Míg azonban a mohoknál a mohnövényke az ivaros generációt képviseli, addig a harasztfélékhez tartozó harasztok, surlók és korpafűfélék száras és leveles alakja az ivartalan generáció; az utóbbiak ivaros nemzedékét pedig a talajba rejtett, vagy ahhoz simuló telepszerű, egy- vagy kétlakú előtelep (*prothallium*) teszi. Ezen fejlődnek az antheridiumok és archegoniumok.

1. osztály. Harasztok (Filices).

A harasztokat két alosztályra, az *Eusporangiatae* és *Leptosporangiatae* alosztályokra osztjuk. Az előbbibe az *Ophioglossales* és *Marattiales*, az utóbbiba a *Filicales* és *Hydropteridales* rendeket sorozzuk. A mérsékelt földövi harasztokra jellemző, hogy csakis leveleik emelkednek a talaj fölé, száruk pedig a talajban *rhizomát*, gyökértörzset alkot, amelynek a talajban, vagy közvetlenül annak felületén, vízszintesen növekedő csúcsából bontakoznak ki a levelek; hátrább eső részén pedig a régi, elhalt levelek nyelének maradékai és gyökerek foglalnak helyet (472. ábra). A forró földövön élő harasztok között, az előbb említettekkel szemben, faalakúak is vannak, amelyek törzse egyenesen felfelé emelkedve tartja a csúcsából kibontakozó leveleket (473. ábra). Az előbbieket a dorsiventrális, az utóbbiakat a sugaras, radiális alkotású harasztok. A dorsiventrális harasztok levelei a föld felett sok esetben éppen úgy helyezkednek körbe, mint a sugarasak levelei. A harasztok levelének alsó oldalán fejlődnek a *sporangium-csoportok*, vagyis

szoruszok (472. ábra), amelyek mindegyikében számos sporangium foglal helyet. A sporangiumok (472. ábra) közös vackon, a *receptaculumon* fejlődnek és eleinte finom hártyával, a *fátyollal* (*indusium*) borítvák. A sporangium



472. ábra. *Nephrodium filix mas*: *A* a szórus, metszetben, 20-szor nagyítva; *B* egy levélke szórusokkal, melyeket még fátyol borít; *C* érett szórusok, melyeken a fátyol már összezsugorodott. (Kny.)

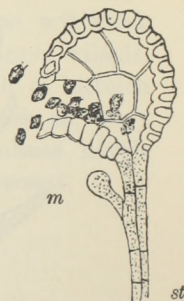
gium felpattanása után válnak szabaddá a spórák. Ezek a különböző fajokon más és más alkotásúak, általában azonban gömbölyű-, tojás- vagy vesealakúak (475. ábra); felületük szemcsés, barázdált vagy ráncos, és egyetlen egy sejtből

473 ábra. *Alsophila crinita*. (Schenck.)

állanak, a melynek hármasszoros fala van (endo-, exo- és episporium). A csirázáskor már a spóra belsejében osztódásnak indul annak sejtje, és a spóra falának felpattanása után fejlődik belőle az előtelep (475. és 476. ábra), melyet a haraszt-féléken *prothallium*-nak nevezünk. Az előtelep alakja különféle lehet, azonban gyakran lekerített, szív alakú lemez (477., 478. ábra). Ezenkívül lehet fonálalakú (*Trichomanes*), vagy vastagabb test (*Ophioglossaceae*).

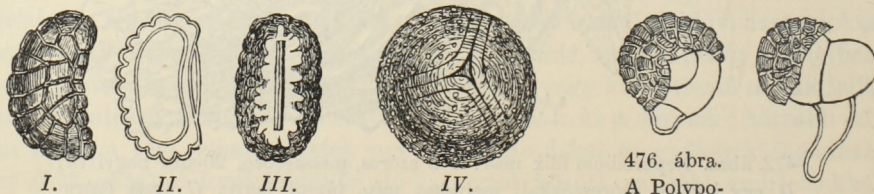
Az előtelep képviseli az ivaros generációt. Ezen keletkeznek az antheridiumok és az archegoniumok. Az archegoniumokból a megtermékenyítés után fejlődik az ivartalangeráció: először az embrió és ebből a leveles növény.

A harasztok a legrégibb növénycsoportok közül valók; már a karbon-



474. ábra.

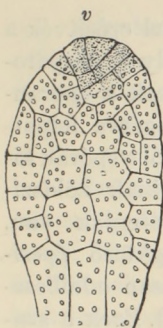
A *Nephrodium filix mas* felpattanó sporangiuma: *st* sporangiumtartó; *m* mirigy-szór. A sporangium élén az annulus.



475. ábra. I—III. A *Polypodium vulgare* bilaterális alkotású spórái: I. oldalról, — II. metszetben, melyen a három falréteg látható, — III. szembe nézve, középen a dehiscencia-léc. IV. Az *Osmunda regalis* radiális alkotású spórája, három ágú dehiscencia-vonallal. 290-szer nagyítva. (Sadebeck.)

476. ábra.

A *Polypodium vulgare* csirázó spórája. A spórafal felpattanó és sejtje hajszálgökökre és prothalliumsejtjeire osztódott. 250-szer nagyítva. (Sadebeck.)

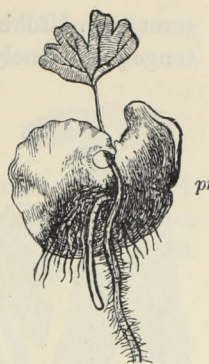


477. ábra. A *Polypodium vulgare* fejlődő előtelepe; *v* vezérsejt.
250-szer nagyítva.
(Sadebeck.)



479. ábra. *Polystichum aculeatum*. Harmadrészre kisebbítve (Eredeti kép.)

Az élők világa.



478. ábra. A *Nephrodium filix mas* előtelepe *pr*, amelyen az első levél, a gyökér *gy* és számos rhizoid-szál látható.
8-szor nagyítva.

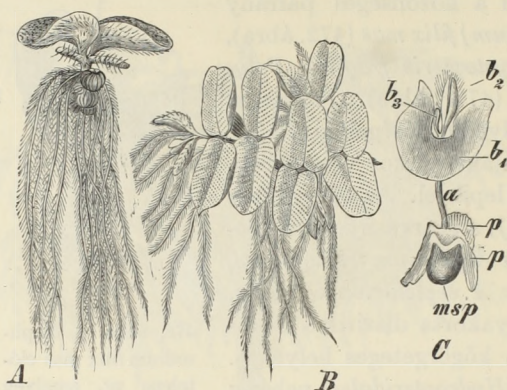
Marattiaceae), a mérsékelt és hideg földövön már csakis aprótermetűek fordulnak elő. Hazánkban gyakori a közönséges páfrány *Nephrodium (Aspidium) filix mas* (472. ábra), a *N. spinulosum*, *Cystopteris fragilis*, *Polystichum aculeatum* (479. ábra), *Pteridium aquilinum* stb., amelyek erdőségeink talaját, különösen a hegyi tájak nyirkos völgyeiben, nagy mennyiségben lepik el. Az édesgyökér (*Polypodium vulgare*), a szarvasnyelv (*Scolopendrium vulgare*), az *Asplenium trichomanes*, *A. ruta muraria* és az *A. septentrionale* pedig, még más fajokkal, gyakorta díszítik a meredek sziklafalakat és kőgörgeteges helyeket. A víziharasztokhoz (*Hydropteridales*) néhány mocsárlakó faj: mint a *Salvinia* (480. ábra), *Azolla*, *Marsilia* és *Pilularia* génuszok fajtái tartoznak.

2. osztály. Surlók (Equisetales).

Elágazó előtelepeik aprók, legtöbbször kétfajta (481. ábra). Az ivartalan generációt, magát a surlónövényt jellemzi, hogy örvökben álló levelei aprók és hüvellyé vannak összenőve. A száron, sok esetben, csakis ilyen hüvellyek vannak az egyes csomókban. Más esetekben a csomókból oldalhajtások ágaznak el, melyek a levelek hónaljából veszik eredetüket. A levélhüvelytől borított hajtás-kezdemények az embrióhoz hasonló alakúak és a hüvelyt áttörve fejlődnek oldalhajtássá.

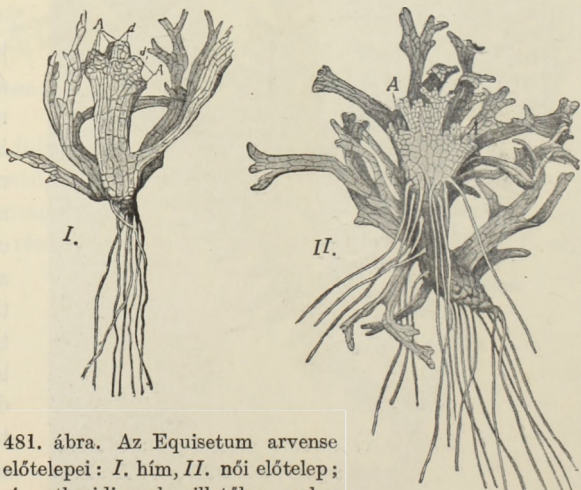
Az ivartalan generáción (482. ábra) a spórák, *sporophillum*-má átalakult leveleken

teremnek. Utóbbiak paizsalakúak, közepükön levő nyelecskéjükkel erősítvék a tengelyhez, amelynek végén tömötten, egymás mellett foglalnak helyet. A sporofillumok alján vannak a sporangiumok, melyek megérve felpattannak és belsejükből a spórák kiszabadulnak. Utóbbiak zöldszínűek, hármas falrétegűek van, melyek közül a legkülső (*perinium*) két csavarosan odailleszkedő szalaggá alakul. Ezek a szalagok higroszkopikus mozgásokat végeznek: ha a spóra kiszárad, szétnyílnak, ha megnedvesedik, összecusukódnak. Ezek az ú. n. *elaterák*, amelyek segítségével a spórák könnyen összefonódnak és így csirázva, a külön ivarú előtelepek egymás szomszédságába kerülnek. A spórák mind egyformák, vagyis a surlók *homospor* növények.



480. ábra. *Salvinia natans*. A sporokárpiumos példány. B egy példány felülről nézve. C fiatal növényke: msp makrospóra; p prothallium; a szár, b_1 , b_2 , b_3 egymásután következő levelek. A, B kisebbítve, C 15-ször nagyítva. (A, B Bischoff, C Pringsheim.)

A surlók, Ausztrália kivételével, az egész földön el vannak terjedve; mintegy 40 fajuk ismeretes. A paleozói korban élt, nagytermetű *Calamites*-növények rokonaik; egészen biztos *Equisetum*-ok azonban csakis a triasztól kezdve (*E. arenaceum*) ismeretesek. A ma élő fajok nagyrészt apró termetőik, csak az Amerika tropikus tájain növény *E. giganteum* ér el 10–12 m. hosszúságot; szára azonban ennek is csak 2 cm. vastag. A nálunk előforduló surlók közül legközönségesebb a mezei surló (*E. arvense*, 482. ábra), melynek sterilis alakja elágazó, termő alakja pedig el nem ágazó szárú. Az utóbbinak csúcsán foglalnak helyet a sporofillumok, hengeralakú virágot alkotva. Hasonlóan elütő egymástól a sterilis és a termő alak az *E. maximum* fajon is. Erdőkben terem az erdei surló (*E. silvaticum*), melynek többszörösen elágazó, csinos termete van; továbbá a magasra megnövő, el nem ágazó *E. hiemale*. Az utóbbinak epidermisze a mezei surlóval egyetem-



481. ábra. Az *Equisetum arvense* előtelepei: I. hím, II. női előtelep; A antheridiumok, illetőleg archegoniumok. — I. 12-szer, II. 17-szer nagyítva. (Göbel.)

ben sok kavasavat tartalmaz és csiszolásra használatos. Előfordul még nálunk az *E. palustre*, *E. limosum* és kivált homokos területeinken az *E. ramosissimum* stb.

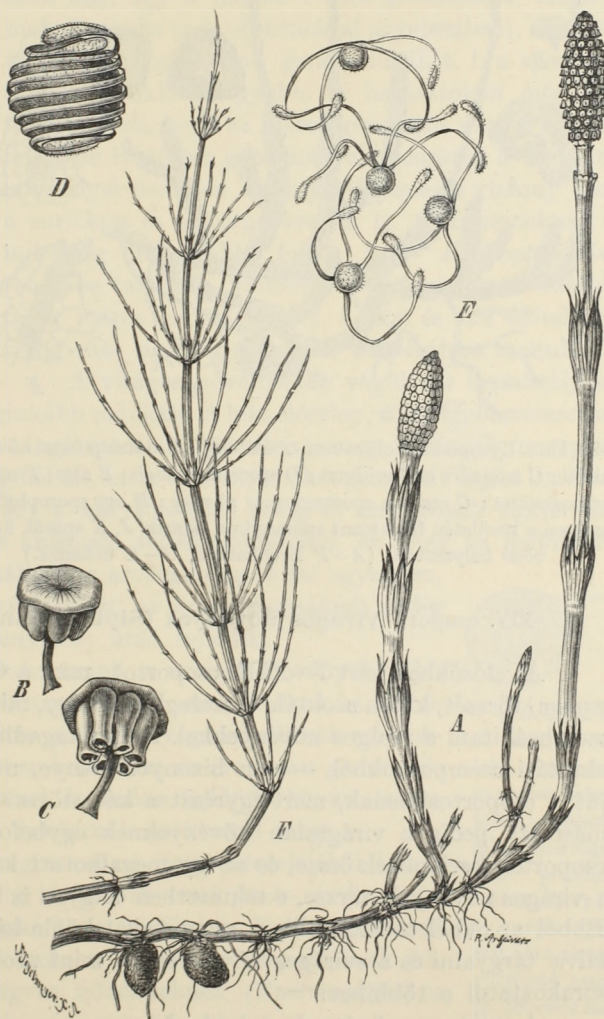
3. osztály. Korpafüvek (Lycopodiales).

Rokonságuk a Föld növényzetének eddig ismeretes legrégibb családjaihoz, a devon- és karbon-korszak *Lepidodendron* és *Sigillaria* növényeihez vezet. Ezeknek eltörpült utódjai a mai *Lycopodium*ok és *Selaginellák*. (483. és 484. ábra). Az előbbieket *homosporás*, az utóbbiak *heterosporás* növények, vagyis emezeknek hím- és női-prothalliumaik más és más spórából veszik eredetüket. A hím előtelepek kisebbekből, az ú. n. *mikrospórák*ból, a női előtelepek pedig nagyobbakból, az ú. n. *makrospórák*ból fejlődnek. Ugyanilyen heterosporásnövények voltak az említett fosszilis családok fajtái, és ilyenek e csoport harmadik, ma élő családjához, az *Isoëtaceae*-hez tartozó növények is.

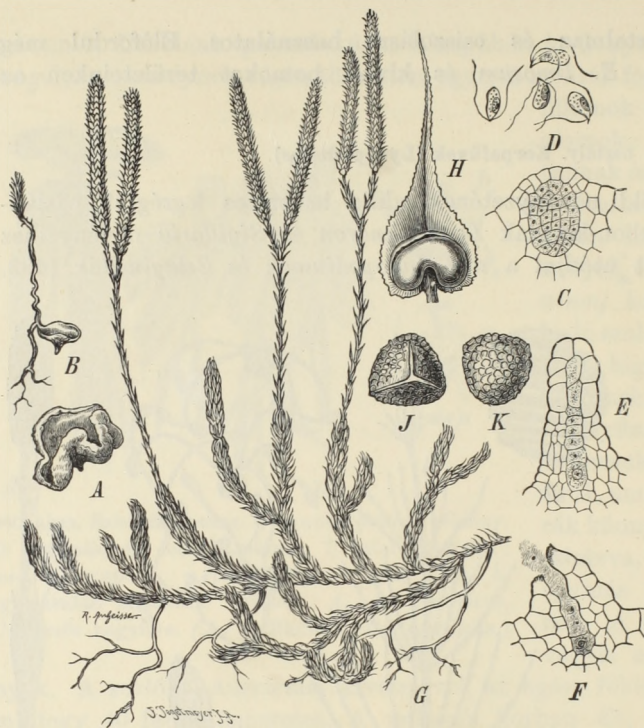
A heterosporia rendszertani jelentőségét a virágos növényeknél is érintem; fontos kapcsolatot képez ezek és az archegoniumos növények között.

Ide tartozik a *Lycopodium Selago*, amely felhatol a sarkvidék tájáig és, nálunk, hegységeink magasabb fekvésű részeire, ahol a zuzmókkal együtt a növénytenyészet legfelső határán is tenyészik.

A *Selaginella* genusnak több mint 500 faja nagyrészt a trópuso-

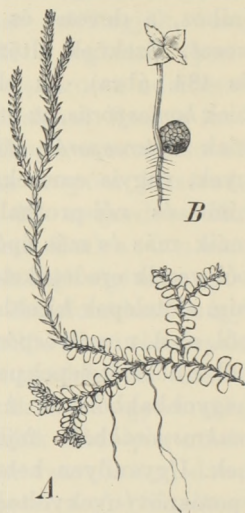


482. ábra. Mezei surló (*Equisetum arvense*). A termőalak melynek csúcsain sporophyllum-örvekből álló virágok, rhizomáján pedig gumók vannak. B és C sporophyllumok. D spóra összecsaparodott elaterákkal. E a kinyílt elaterákkal összekapaszkodó spórák. F sterilis alak. (Schenck.)



483. ábra. *Lycopodium clavatum*. A előtelep; B előtelep fiatal növénykével; C még zárt antheridium; D spermatozoidák; E zárt, F nyitott archegonium; G maga a sporangiumos növény; H egy sporophyllum, melyen a kerületén felpattant sporangium látszik. J, K spórák különböző helyzetben. (A–F Bruchmann, G–K Schenck.)

kon tenyészik. A *Selaginella selaginoides* és *Selaginella helvetica* az Alpesebben és a Kárpátokban fordul elő.



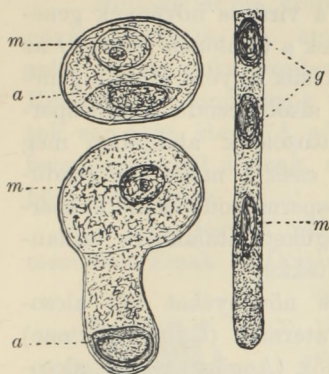
484. ábra. A *Selaginella helvetica*. (Schenck.) B *S. denticulata* fiatal példánya, melyen még a makrospóra látható. (Bischoff.)

XIV. csoport. Virágos növények (Siphonogamae, Phanerogamae).

Az előzőekben leírt I–XIII. csoportot, mint a virágtalan növények (*Cryptogamae*) törzsét, külön szokták összefoglalni és így, mint külön, egységes csoportot szembeállítani a virágos növényekkel. Habár tagadhatatlan, hogy ennek, — pl. oktatási szempontokból, — van bizonyos előnye, mégsem követtük ezt a módját a csoportosításnak, mert egyrészt a két »törzs« között határ nem vonható, másrészt pedig a virágtalan növényeknek egybefoglalása által igen különféle csoportok kerülnének össze, és az így megalkotott két törzs, t. i. a virágtalan és a virágos növények törzse, e tekintetben nagyon is különféle jelentőségű volna. Ebből az okból indokoltabb a csoportokat külön-külön, vagyis össze nem foglalva tárgyalni és a »virágos növényeket«, mint utolsó, legkifejlettebb csoportot sorakoztatni a többihez.

A virágos növények tulajdonképpen szorosan csatlakoznak a kétféle spórás (*heterosporás*) archegoniumos növényekhez; még pedig nemcsak a spóráik kétféle volta tekintetében, hanem abból a szempontból is, hogy ivadékcserével tenyésznek. A virágos növények virágporszemecskéje, a nevezett archegoniáták mikrospórájával, embriózáskja pedig ezek makrospórájával egyenlő

értékű. A virágos növények mikrosporangiuma a portok, makrosporangiuma pedig a magrügy (magkezdemény).



485. ábra. A turbán liliom (*Lilium Martagon*) virágpóra és annak csirázása: *m* a vegetatív sejt magja; *a* az antheridium anyasejtje; *g* generatív sejtek a virágporaszemcske tömlőjében. (Guignard.)

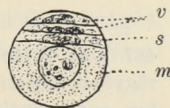
Ami az ivaros és az ivartalan generációt illeti, annak fejlődésében és alkotásában, az alsóbbrendű archegoniumos növényektől felfelé, érdekes fokozatosságot találunk: az ivaros generáció ugyanis, hovatovább jobban redukálódik; ellenben az ivartalan nemzedék aránylag mindinkább erőteljesebb kifejlődésű lesz. Így a mohok ivaros generációja, maga a mohnövényke (a protonémával egyetemben), az ivartalan spórákat termő generációnál, t. i. a sporogoniumnál, sokkal nagyobb. A harasztokon már azt tapasztaljuk, hogy az ivaros generáció, vagyis az előtelep, az ivartalan generációval, magával a haraszt-növényvel szemben kicsiny. Ugyanez a viszony van a surlókon és a korpafüveken is. A harasztoknak a fejlettség magasabb fokán levő *Hydropteridales* rendjébe tartozók, valamint a *Selaginella* és *Isoetes* fajok ivaros generációja, t. i. hím és női előtelepe, pedig már nagyon redukált, a spórában maradó.

A virágos növényeken végül azt tapasztaljuk, hogy az ivaros generáció méginkább redukált. A hím előtelep, a virágporaszemcske tömlőjében fejlődő egyetlen (Angiospermák, 485. ábra), vagy kevés (Gymnospermák, 486. ábra) vegetatív sejtből áll, melyek mellett a két generatív sejtre osztódó antheridiális sejt foglal helyet; a női előtelepet pedig az embriózsák sejtjei (az embriózsák sejtmagja és az antipoda sejtek) képviselik, és főleg az endospermium, mely a Gymnospermáknál az archegoniumokkal egyszerre, tehát még a megtermékenyülés előtt, az Angiospermáknál pedig csak a petesejt megtermékenyülése után fejlődik.

Amellett hogy, a leírtak szerint, a virágos növények több tekintetben, minden nagyobb ugrás nélkül, csatlakoznak az archegoniumos növényekhez, abban mégis lényegesen elütnek emezektől, hogy makrospórájuk (az embriózsák) az ivartalan generációval szoros kapcsolatban marad és benne fejlődik ki az ivaros generáció, mely tehát ebbe bezárva termékenyül meg.

A virágos növények megtermékenyített petesejtjéből lesz a csira (*embryo*), amely mindig táplálószövettel (*endo- és perispermium*) és védőburokkal (maghéj) van körülvéve. Ezek együttesen teszik ki a magot, amely a virágos növények csoportjának jellemző sajátysága. Ezért magvas növényeknek (*Spermatophyta*) is neveztetnek.

A virágos növényeket Engler »*embryophyta siphonogama*«-nak nevezi, az archegoniumos növényeket pedig »*embryophyta asiphonogama*«-nak. Ezek az elnevezések is igen fontos rendszertani sajátságokra vonatkoznak; jelentőségük pedig abban áll, hogy úgy az archegoniumos, mint



486. ábra. A *Ginkgo biloba* virágpóra (a portok belsejében meglevő állapot): *v* vegetatív prothallium-sejtek; *s* spermatogen sejt; *m* a virágportömlő magja. 360-szor nagyítva. (Karsten.)

a virágos növények megtermékenyített petesejtjéből embrió fejlődik. Míg azonban az archegoniumos növények antheridiumai szabadon mozgó spermatozoidákat bocsátanak az archegonium petesejtjéhez, addig a virágos növények generatív sejtjei a pollen-tömlőben foglalnak helyet és ennek a tömlőnek (*siphon*) az embriózsákhoz való növekedése révén jutnak rendeltetésük helyére. Ezek a generatív sejtek a spermatozoidák értékével bírnak, sőt az alsóbb rendű Gymnospermákon spermatozoidák alakjában még meg is vannak, csak a magasabb rendűeken és az angiospermákon vesztik el spermatozoidea jellegüket, átalakulva csillangók nélküli sejtekké.

A virágos növényeket két alcsoportba, a nyitvatermők (Gymnospermae) és a zárvatermők (Angiospermae) alcsoportjába sorozzuk.

1. alcsoport. Nyitvatermők (Gymnospermae).

A nyitvatermők az archegoniumos növényekhez csatlakoznak és így a virágos növények sorozatának kezdő tagjait képezik. Köztük és a mai archegoniumos növények között foglaltak helyet a paleozói időben élt *Cycadofilices* nevű növények, melyek a cikász-féléket a harasztokkal kapcsolják össze. — A rokon vonatkozások azonban e kihalt növénycsoporttól eltekintve is kifejezésre jutnak, egyrészt a nyitvatermők archegoniumában, másrészt pedig a cikász-félék és a *Ginkgo* spermatozoidáiban. A nyitvatermőknek az archegoniumos növényekkel való közelebbi vonatkozásaik között említendő az is, hogy embrió-zsájukban már a megtermékenyülés előtt endospermium (prothallium) fejlődik.

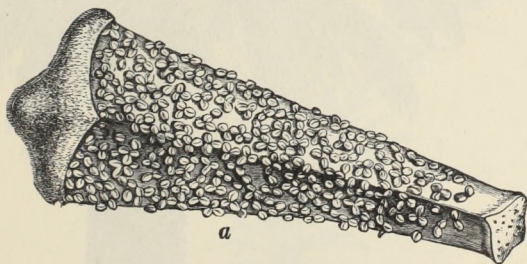
487. ábra. A lúczyfő (*Picea excelsa*) magrügyének hosszmetsete: *e* embriózsák, melyben endospermium van és benne fent két archegonium foglal helyet; *h* ennek hasi része, *p* petesejtje, *ny* nyaki része, *m* a petesejt magja; *n* nucellus; *i* integumentum; *hp* virágporsemcskék a nucellus csúcsának nyálkás szemölcsén, melyek tömlője *t* már az archegoniumokhoz hatolt; *sz* a mag szárnya. (Karsten.)

az, hogy *magrügyük szabadon*, »nyitva« áll (487. ábra), nincsen magházba zárva, és így a bibe is hiányzik. Virágporuk tehát közvetlenül a mikropylére, illetőleg a nucellusra kerül, itt tömlőt hajt és az archegoniumokhoz nő. Magjuk természetesen, csekély kivételtől eltekintve (*Juniperus*), szintén nincs termésbe zárva, hanem szabadon áll a termőlevelek hónaljában. Csirájukon két vagy több sziklelél van. Hím és nővirágjuk többé-kevésbé megnyult tengelyen, többnyire csavarosan elhelyezett porzó-, illetőleg termőlevelekből áll, amely utóbbiak magrügyeinek beporzása *szél által* történik.

1. osztály. Cikászfélék (Cycadales).

Mintegy 90 faj, trópusi és szubtrópusi tájakon tenyésző, nagytermetű növény tartozik ide, amelyek el nem ágazó törzsének csúcsát (489. ábra) szép, nagy, csokorszerűen elhelyezett, többnyire szárnyas levelek díszítik. Kétlakiak. A hímvirágok tobozszerűek, melyekben a porzóleveleken számos porok van (488. ábra). A nővirágok a törzs csúcsán (488., 489. ábra) elhelyezett termőlevelekből állanak, amelyeken oldalt 2—8 magrügy foglal helyet; különböző alkotásúak.

A cikászféléket nálunk üvegházakban tenyésztik. Díszes és feltűnő természetűekkel Észak- és Délamerika, Közép- és Délafrika, Keletindia, Kína, Japán és Ausztrália, valamint az ezek közelébe eső szigetek trópusi növényzetének jellemző alakjai. A Japán déli részén honos *Cycas revoluta* (489. ábra) szárnyas leveleit koszoruk készítéséhez használják; azonkívül pedig e faj, valamint a Keletindiában honos *Cycas circinalis*



488. ábra. *Cycas revoluta*: A termőlevél; a porzós levél. (A Sachs, a Richard.)

és a mexikói *Dioon edule* törzsének keményítőtartalmából készítik a szágót. Idetartozik még a *Zamia*, *Ceratozamia*, *Macrozamia*, *Encephalartos* és *Stangeria* génuszok számos faja.

2. osztály. Ginkgofélék (Ginkgoales).

Ennek az osztálynak egyetlen képviselője a Kínából származó *Ginkgo biloba*, amelyet botanikai és díszkertekben mindenfelé tenyésztenek. A régebbi geológiai korokból számos rokona ismeretes (*Baiera*, *Czekanowskia*, *Dicranophyllum*, *Ginkgo phylloides* és mások), amelyek sorozata a paleozóoi időbenyúlik vissza.

A *Ginkgo biloba* lombhullató fa. Leveleinek erezete legyezőszerű. Fájában edények éppen úgy nem fordulnak elő, mint a fenyőfélék fájában, és örvös elágazása tekintetében is ezekhez hasonlít, csak lomblevelei kölcsönöznek neki a fenyőféléktől elűtő termetet. Kétlaki fa, melynek hímvirágai megnyúlt tengelyen elhelyezett, számos porzólevélből állanak; nővirágai aprók, csúcsukon 1 vagy 2 szabadon álló magrügy foglal helyet. A virágportömlőben csillangós spermatozoidák fejlődnek.

3. osztály. Toboztermők (Coniferae).

Csekély kivétellel (*Larix*, *Taxodium distichum*) örökzöld fák és cserjék tartoznak ide, amelyeket fenyőféléknek vagy tűlevelűeknek is szoktunk nevezni. Jellemző közös sajátosságuk az, hogy leveleik tűalakúak és hogy másodlagos fájukban, valamint a fiatal növényke edénnyalábjában edények nem for-



489. ábra. A *Cycas revoluta* virágzó nőpéldánya. (Karsten.)

dulnak elő, hanem fájuk csupán tracheidákból áll (l. 272. ábra); parenchima pedig csak a bélsugaraikban és gyantavezetékeikben van. Virágaik egyivarúak, a terméssel egyetemben különböző alkotásúak. Virágszemecskéiken gyakran két repülőhólyag van. Csekély kivétellel (*Taxus*, *Juniperus*) egylaki növények. A toboztermők osztályába két családot sorozunk: a *Taxaceák* és a *Abietinaceák* családját.

A *Taxaceae* családot a végálló nővirágok jellemzik, amelyekben egy vagy néhány termőlevél van, egy vagy két magrüggyel. Az utóbbit, illetőleg a belőle fejlődő termést arillus veszi körül. Hímvirágaik rövid tengelyen elhelyezett,

számos porzólevélből állanak, amelyek alján, az egyes génuszok szerint, változó számú (2—8) portok foglal helyet. Magjuk csonthéjas-féle, melyet az említett húsos arillus vesz körül. Az ide tartozó növények nagy része (*Podocarpus*, *Dacrydium*, *Phyllocladus*, *Cephalotaxus*, *Torreya* stb.) Ázsiában és Ausztráliában honos; ezenkívül azonban Afrikában és Amerikában is, mindenütt a szubtrópusi és trópusi tájakon. Nálunk egyetlen képviselőjük tenyészik vadon; ez a tiszafa (*Taxus baccata*, 490. ábra). Európában hajdan nagyobb mennyiségben fordult elő, most csak itt-ott tenyészik. Hazánkban vadon [a Kárpátokban nő, de alsóbb vidékeinken is, pl. a Bakonyban. Fája súlyos, értékes, dísztagyakat faragnak belőle. Levelei és magja mérgesek; piros színű, húsos magköpenye (arillus) ellenben nem mérges, édes ízű, ehető.

Az *Abietinaceae* család sokkal népesebb mint az előbbi. Az ide tartozó fenyőfélék tetőpontjukat a mezozói időben érték el, de már ezt megelőzőleg a permben előfordultak ma már nem élő rokonaik. Ma mintegy 300 fajuk tenyészik, nagyrészt az északi félgömb mérsékelt övén.

Hím- és nővirágjaik, csekély kivétellel, tobozkaszerűek, vagyis a porzós és a termőlevelek megnyult tengelyen foglalnak helyet.

Termésük, a *Juniperus* bogyószerű (tobozbogyó) termésétől eltekintve, toboz, amely többnyire a tobozorsón csavarosan elhelyezett termő és meddő levelekből áll. Az előbbieknél hónaljában foglalnak helyet a magvak, amelyek sok esetben szárnyasak. Leveleik tű, vagy pikkelyalakúak, az *Araucarieae*, *Abietineae* és *Taxodieae* alcsaládok fajain csavarosan, a *Cupressineae*-nél pedig átellenesen vagy örvösen vannak elhelyezve.

Az *Araucarieae* alcsaládba tartozik maga az *Araucaria* génusz 10 fajával, amelyek közül egyeseket, — különösen a csinos termetű *A. excelsa*-t, — mint dísznövényeket nálunk is tenyésztene. Különben úgy ezek, mint a szintén ide tartozó *Agathis* fajok Ázsia, Ausztrália és különösen Amerika növényei.

Az *Abietineae* alcsaládba tartozók közül számos faj tenyészik erdőseinkben. Ilyen az erdei fenyő (*Pinus silvestris*), amely a Kárpátok és a Dunántúl erdőiben nem ritka; a fekete fenyő (*P. Laricio*), hazánkban a Herkulesfürdő



490. ábra. A tiszafa termő ága.

melletti mészkőhegyeken honos. E két fenyőfajt különösen kopár területek befásítására használják. Utóbbi a futóhomokos területek beültetésére is alkalmas. A törpe fenyő (*P. montana*) magas hegységeinken nő. A fatenyészet felső határán, 1500—2000 m tengerszín feletti magasságban, nagy területeken, áttörhetetlen sűrűségeket alkot és itt a kőgörgetegek, lavinák keletkezésének akadályozása által hasznos. Magas hegységeinkben előfordul a havasi vagy cirbolya fenyő (*P. cembra*, 491. ábra), azonban ma már korántsem foglal el oly nagy területeket,



491. ábra. A cirbolya fenyő (*Pinus cembra*) nyár utóján szedett ága. A csúcson fiatal, még éretlen tobozkák, lejjebb két, majdnem érett, az előbbieknél egy évvel idősebb toboz. Valamivel kisebbítve. (Eredeti kép.)

492. ábra. Jegenye fenyő (*Abies pectinata*) csoport.

mint amilyent — pl. a Magas Tátrában — hajdan elfoglalt. Fája igen értékes bútorfát szolgáltat. Míg az előbb említett három faj tűi kettesével foglalnak helyet egy nyalábban, addig a cirbolyafenyőnek ötös tűnyalábjai vannak. (491. ábra.) A *Pinus*-ok tobozai jellemző, végükön dülényalakú paizzsá kiszélesedő pikkelyekből állanak, amelyek a tobozok felnyílása előtt szorosan záródnak. Tűnyalábjaik külön hajtásokon, ú. n. törpe hajtásokon fejlődnek, apró pikkelylevelek hónaljából. Koronájuk fent kiszélesedő, néha ernyőszerű.

Egészen elütő természetűek a többi, ide tartozó fenyőféléink, amelyeknek rövid, csavarosan elhelyezett, egyenként álló tűik vannak és koronájuk többé-kevésbé kúpalakú. Ilyen a lúcfenyő (*Picea excelsa*), amely a törpe fenyő régiója alatt, magas hegységeinkben kiterjedt erdőket alkot. Magassági elterjedésének alsó határához csatlakozik a jegenye fenyő (*Abies pectinata*, 492. kép), amely átveszi a lúcfenyő szerepét középhegységeinkben is. Míg a lúcfenyő tűi borzasan veszik körül az ágat, addig a jegenyefenyő tűi fésűsen hajlanak két oldalt. Többnyire az utóbbi szolgáltatja a közismert karácsonyfát. A vörösfenyő (*Larix europaea*), hegységeinkben, és különösen mészkőhegyeinken, szintén előfordul mint őshonos faj; összefüggő erdőket azonban nem alkot, csak elszórtan keveredik más fafajok közé. Tűit, amelyek a hosszú hajtásokon elszórtan, csavarosan, a rövid hajtásokon pedig tömött csomókban helyezték el, minden ősszel elhullatja. Fája szép vörösbarnás színű, értékes.

Sokkal nagyobb számmal fordulnak elő az említett és más rokon génuszok fajai Európán kívül, különösen pedig Északamerikában. A fenyőfélék számos hasznos anyagot szolgáltatnak. Fájuk, mint puha deszkafa, törzsük mint árboc, gerenda, stb. használatos. Némelyek kérgéből cserzőanyagot, különböző részeikből illatszert, terpentint, gyantát, kolofóniumot gyártanak. Az *Abies balsamea* szolgáltatja a kanada-balzsamot, a vörös fenyő a velencei, a jegenye fenyő pedig a strassburgi terpentint.

A harmadkorban élt egyes fenyőfélék fosszilis gyantája szolgáltatja a borostyánkövet.

A *Taxodiaceae* alcsaládba tartozó fenyőfélék valamennyien Európán kívül honosak; a harmadkorban azonban nagy részük előfordult Európában is. Ide tartozik az északamerikai mocsári ciprus (*Taxodium distichum*), amelyet Európa délibb részein díszfa gyanánt tenyésztnek. A budapesti Városligetben is van egy példánya a volt Hattyúsziget területén. Itt-ott kísérletet tettek parkjainkban a japán cédrussal (*Cryptomeria japonica*) is, de ez sem viseli el jól a mi klímánkat. A kaliforniai óriásfenyő (*Sequoia gigantea*) Észak-Amerikában honos, a Sierra Nevada hegységben. Ismereteseek 3—4 ezer éves példányai, amelyek 150 méter magasságot és 30 métert meghaladó törzskerületet is elérnek. E fenyőnek szép példányai láthatók Selmechányán az erdészeti főiskola kertjében.

A ciprusfélék (*Cupressineae*), nálunk, a közönséges boróka (*Juniperus communis*) és ennek fajváltozata, a törpe boróka (*var. nana*) által képviselve. Európa délibb vidékein honos a nehézszagú boróka (*J. sabina*) és néhány más borókafaj, nemkülönben az örökzöld ciprus (*Cupressus sempervirens*). Különben a ciprusfélék zöme, mint a virginiai boróka (*J. virginiana*), a *Cupressus*ok több faja, a *Thuja*, *Chamaecyparis*, *Thujopsis* és más génuszok fajai Észak-Amerikában és Ázsiában honosak, parkjainkban azonban közülök számosat tenyésztnek.

4. osztály. Gnetumfélék (Gnetales).

Ebbe az osztályba egyetlen család, a *Gnetaceae* tartozik, amelyre a toboztermőkkel szemben jellemző, hogy virágjukon már kezdetleges virágtakaró van, és hogy testrészeikben gyantavezetékek nincsenek, ellenben másodlagos fájukban edényeik vannak. E különbségek mellett magrügyük, virággörük és embriójuk alkotásában és fejlődésében jut kifejezésre az, hogy a toboztermők közeli rokonaik. Többnyire kétlakiak.

Három génuszt: az *Ephedrát*, *Tumboát* (*Welwitschia*) és *Gnetumot* sorozzuk ide. A *Gnetum*-oknak mintegy 15, a trópusokon növekvő faja fatermetű, vagy lián. — Az *Ephedra* génusznak mintegy 20 faja közül az *E. vulgaris* (493. ábra) Budapest környékén: a káposztásmegyeri homokpusztán, a Csepel-szigeten és más helyeken is gyakori. Apró, sárgászöld cserje. Levelei apró, keresztben átellenes pikkelyesek alakjában vannak meg, melyek hüvellyé nőve össze. Hazánktól délre, a mediterrán területeken, és kelet felé a Himalayáig van elterjedve. Az *Ephedra* génusz többi fajai a Földközi tenger környékén, Ázsiában és Amerika melegebb öveinek hegyvidékein fordulnak elő.



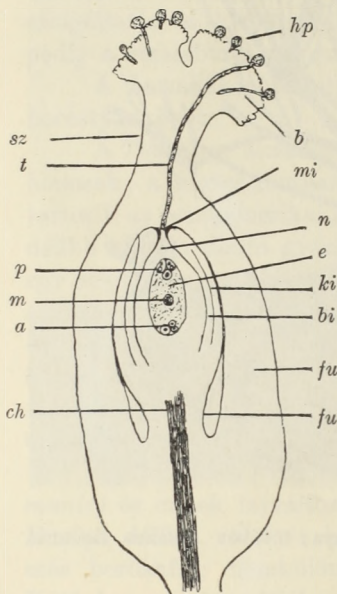
493. ábra. *Ephedra vulgaris*: baloldalt hím, jobboldalt nőpéldánya; tövében *Alkanna tinctoria* terül a talajra. (Eredeti kép).

E családnak igen különös, a maga nemében páratlan alkotású faja a *Tumboa Bainesii*, amely sajátosság termetével nevezetessége Délafrika egyes pusztá, köves területeinek (9. melléklet). Rövid törzse az egy méter átmérőt is meghaladja, a talaj fölé azonban alig emelkedik egy deciméternél magasabbra. Ebből nyúlik ki két átellenes, hatalmas, állandóan megmaradó levele, amely az idős példányokon számos, összegöndörödő sallangra hasad. Állítólag 100 éves kort is elér.

II. alcsoport. Zárwatermők (Angiospermae).

Nevükkel kapcsolatos jellemvonásuk az, hogy *magrügyük a teljesen zárt magházban foglal helyet*, amelynek folytatása a bibe (494. ábra). Ennek következtében magjuk sem fejlődik szabadon, hanem termésbe van zárva. Míg a nyitwatermők virágai egyivarúak és a virágtakarót nélkülözik vagy pedig csak fejletlen alakban bírják, addig a zárwatermők alcsoportjában túlnyomóan már *kétivarú virággal* találkozunk, amelyen fejlettebb, nagyrészt pártából és csészéből álló *virágtakaró* van. Az ilyen virágban a virágtagok *örvösen* vannak elhelyezve, még pedig úgy, hogy a tengely csúcsát a termőlevelek foglalják el és ezalatt egyes örvökben következnek: a porzó, a szírom és a csészélevelek. A szíromlevelek rendszeren feltűnő színűek, a virág illatos és többnyire mézet tartalmaz, amely sajátosságok kapcsolatban állanak azzal, hogy a beporzás a zárwatermők nagy részén állatok, még pedig főleg rovarok által tör-

ténik. A magrügy megtermékenyülése a virágpornak a bibén való kihajtása által megy végbe. A virágporszemecske tömlője a legtöbb esetben a mikropylén (494. ábra) keresztül hatol be az embriózsákhoz (porogamia), egyes esetekben pedig a chalazán furódik át (chalazogamia).



494. ábra. A szulák keserűfű (*Polygonum Convolvulus*) magházának hosszmetszete: *b* bibe, melyen csírázó virágporszemek vannak, egyike ezeknek tömlőjét *t* a mikropiléhez *mi* hajtottá; *sz* bibeszál; *n* nucellus; *ki* külső, *bi* belső integumentum; *e* embriózsák; *p* petekészülék (petesejt és mellette a két synergida); *m* az embriózsák magja; *a* antipód-sejtek; *fu* funiculus; *ch* chalaza. (Karsten.)

A magrügy és a virágporszemecske viszonyaival, a virágos növényekről általában szóló részben már foglalkoztunk, nemkülönben a virágalkatana is részletesen ismertette van az előbbieken. Ez okból az ezekre vonatkozó részletes tárgyalásába itt nem bocsátkozunk, hanem áttérünk a zárvatermők két osztályának, az egyszikűeknek és azután a kétszikűeknek leírására.

1. osztály. Egyszikűek (Monocotyledoneae).

Az egyszikű növényeket, testalkatuk fejlettségi foka szerint, a nyitvatermők és zárvatermők közötti hely illeti meg, mert amazoknál virágjuk alkotása és általában egész szervezetük fejlettebb, emezek magasabb rangú családjaival szemben pedig egyszerűbb alkotásúak. Emellett azonban azt is ki kell emelnünk, hogy a kétszikűekkel, fejlődéstörténeti szempontokból véve, párhuzamos osztálynak tekintendők. Emellett bizonyít az a körülmény is, hogy amennyire a paleobotanika adataiból megítélhető, a kétszikű növényekkel egy időszakban, a krétában jelentek meg a földön. Sőt a kétszikűek legelső nyomai a nevezett időszakban — mai ismereteink szerint — messzebbre nyúlnak vissza mint az egyszikű növényeké. Lehet azonban, hogy az utóbbi körülmény nem a tényleges egymásutánnal, hanem a paleontológiai adatok hiányával kapcsolatos.

A virág szerkezet tekintetében az egyszikűek *Helobiae* rendje vonatkozást mutat a kétszikűek *Ranales* rendjéhez, aminek filogenetikai jelentősége azonban még megfejtetlen.

Az egyszikű növényekhez rendkívül különböző alkotású növények tartoznak; emellett azonban ez osztály növényeinek közös vonásait egyes, igen jellemző sajátosságok képezik. Ezek közül a fontosabbak a következők: embriójuk egy szíklevéllal fejlődik; edénynyalábjaik a szár keresztmetszetén szórtan vannak elhelyezve (266. ábra) és zártak, minek következtében rendes másodlagos vastagodásra nem képesek; leveleik többnyire párhuzamos erezetűek; gyökérzetük több egyenlő rangú, járulékos gyökérből áll; virágjuk pedig a legtöbb esetben háromtagú, ötkörös, — képlete a következő: $P\ 3 + 3\ A\ 3 + 3\ G(3)$

1. rend. *Pandanales*. Mocsarakban, vizek szélén tenyésző, a virágtakarót nélkülöző növények családjai tartoznak ide. Ilyen a gyékényfélék (*Typhaceae*) családja. Ezek közül vizeinkben igen gyakori a széles levelű és a keskeny levelű gyékény (*Typha latifolia* és *T. angustifolia*), amelyek sötétbarna, hosszú torzsavirágzata, illetőleg pelyhes termésekre szétfoszló torzsája már távolról feltűnik a mocsárban. A *Pandanaceae* család fajai nagyra növő fák vagy pedig kuszó cserjék, amelyek a trópusokon tenyésznek mocsarakban és vizek szélén; a vízből törzsük jellemző, támaszkodó gyökereken emelkedik ki.

2. rend. *Helobiae*. Folyó és állóvizek lakói; részben egészen alámerülők, részben pedig úszó leveleik vannak. Az idetartozó *Potamogetonaceae* család fajai közül vizeinkben gyakoriak a *Potamogeton*-fajok, melyek a folyó és álló vizeink hinárját alkotva, gyakoriak. A Balaton hinárjában gyakori a szilvafalevelű hinár (*P. perfoliatus*). Ugyanebbe a családba tartozik a matraczok készítéséhez használt tengeri fű (*Zostera marina*), mely az Északi és Keleti tenger partjai mellett nő a meder talaján.

E rend más családjaiból előfordulnak vizeinkben a *Najas minor*, *Najas marina* (a Balatonban) és *Zannichellia palustris*, továbbá a *Scheuchzeria palustris* lápokban, az *Alisma plantago*, *Sagittaria sagittaeifolia* és *Butomus umbellatus* mocsaras helyeken. A békatutaj (*Hydrocharis morsus ranae*) és a kolokán (*Stratiotes aloides*) mocsarakban, tavakban. Melegebb tájak vizeiből telepítették be a Budapest melletti *Aquincum* meleg vizeibe a *Valisneria spiralis*t, és meg van honosodva vizeinkben sok helyen az *Elodea canadensis*.

3. rend. *Triuridales*. Tropusi szaprofita növények.

4. rend. Pázsitfélék (*Glumiflorae*). Ennek a rendnek két népes családja: a gabonafélék (*Gramineae*) és a sásfélék (*Cyperaceae*). Jellemző sajátságuk az, hogy fűzér- vagy kalászvirágzatuk apró virágokból vagy néhányvirágú fűzérkékből áll és a virágokon valódi virágtakaró nincsen, hanem a virágokat pelyvalevelek (*glumae*) takarják. A gabonafélék virágocskáin ezen kívül még tövükön toklászokat (*palea inferior et superior*) viselnek, amelyek közül a külső többnyire merev szálkában végződik (495. ábra). Virágaik többnyire hímnősek, néha egyivarúak, bennük 1—3 bibés magház és 1—∞, többnyire 3 porzó. Aránylag hosszú portokjaik szabadon, lazán lógnak, és úgy ezek, mint a hosszú, papillózus vagy tollas alkotású bibék szél által való beporzásra alkalmasak. Magházuk felső állású, egyrekesű, benne egy magrügy van.

A gabonafélék jellemző sajátsága az is, hogy üres száruk ízelt, vagyis bütökös csomóktól van megszakítva. Hosszú leveleik többnyire nyitott hüvellyel veszik körül a szarat, és ahol a hüvely a lemezbe megy át, a kiálló, hártyaszerű *ligula* foglal helyet. Leveleik epidermiszsejtjeinek falában sok kvasav van, mitől különösen a levelek éle igen kemény, metsző. Száruk rendkívül szívós; *Schwendener* szerint a szár vastagfalú rostjainak húzó szilárdsága, a rugalmassági határon belül, meghaladja az acél szilárdságát. Ezek a vastagfalú rostok a epidermisz alatti szövetrétegben foglalnak helyet, melytől az epidermisz sejtjei a keresztmetszeten alig különböznek. A kerületi, szilárd övet sok esetben



495. ábra.
Graminea-
fűzérke.



496. ábra. Nádas (*Phragmites communis*) a Kisbaltatonban.
(Lóczy L. felvétele.)

vastagfalú rostokból álló tartók kötik össze az egyes edénnyalábokkal és általában a belsőbb rétegekkel, amiáltal az egész szár igen nagy ellenállásra képes. A búza szára pl. a nehéz kalászt a legnagyobb szélben is viseli, anélkül hogy eltörne.

A gabonafélékhez tartozik az Amerikából, valószínűleg Mexikóból származó kukorica (*Zea mays*); az Ázsia trópusi tájain tenyésztő cukornád (*Saccharum officinarum*); a szintén Ázsiából származó köles (*Panicum miliaceum*), melyet az ember már a történelemelőtti idők óta tenyészt; a keletindiai rizs (*Oryza sativa*), amely a legfontosabb tenyésztett növények egyike; már Kr. e. 2800-ban tenyésztették és ma a melegebb föld-

részeken mindenfelé, ahol az öntözéséhez szükséges víz megvan, tenyésztik. Rétjeinken gyakori az illatos *Anthoxanthum odoratum*; Alföldünkön és dombos vidékeinken nő az árvalányhaj (*Stipa pennata*), termésének tollas szálkája, az ismert »árvalányhaj«, 25—30 cmnyire megnyúlik. Az *Agrostis*, *Alopecurus*, *Phleum*, *Calamagrostis*, *Holcus*, *Aira*, *Briza*, *Festuca*, *Bromus*, *Poa*, *Dactylis*, *Melica*, *Lolium* stb. génuszok rétjeink fűvét szolgáltatják, nemkülönben a különféle zab (*Avena*) fajok is gyakoriak. Az *Avena sativa* fajtáit tenyésztik. Ezek a mérsékelt földövön a 69^o északi szélességig, sőt azon túl is el vannak terjedve, és a hidegebb tájakon, sok helyen a zab az egyedüli kalászos gabona. A svájci, bronzkorszakbeli cölöppéptményekben már megtalálták. Nádasainkat túlnyomó részben a földön rendkívül elterjedt közönséges nád (*Phragmites communis*, 496. ábra) teszi ki. Gabonáink közül legnevezetesebb a búza (*Triticum sativum*), amelynek fajváltozatait az ember már ősidóktól fogva tenyészt. Az egyiptomi síremlékekben talált búzában már a mai fajták ismerhetők fel, és ismeretes, hogy a kő- és bronzkorszakbeli cölöppéptményekben is találtak már búzát. Kínában mintegy Kr. e. 2700 óta folyik a búzatenyésztés. Norvé-

giában a 69^o északi szélességig tenyésztik. A mindenfelé tenyésztett búzafajták több főalakból, ú. m. a fent említetten kívül a *T. polonicum* és *T. monococcum* fajokból származnak. Leggyakrabban kultivált alfaj a *T. tenax*, ennek leginkább elterjedt fajtája pedig a *T. vulgare*; ritkábban termesztik a *T. compactum* és *T. turgidum* fajtákat. Rokonuk a tarack búza (*Agropyrum repens*), amely egyrészt hasznos, a futóhomok megkötése által, másrészt pedig a homokos területekről való kiirtása a földművelőnek sok munkát ad. A rozs (*Secale cereale*) fajtái szintén fontos gazdasági növények, melyeket az ember már a bronzkorszakban tenyésztett; a Dél-Európában és Ázsiában vadon előforduló *S. montanum*-tól származnak. Az árpának (*Hordeum sativum*) szintén számos fajtáját tenyésztik (*distichum*, kétsoros, *vulgare*, négysoros, *hexastichum*, hatsoros árpa), melyeknek törzsalakja az Ázsiában vadon tenyésző *H. spontaneum*.

A gabonafélék családjához tartozik a bambusznádak (*Bambuseae*) fajokban gazdag alcsaládja (497. ábra). Ezek a pázsitfélék között az egyedüli faalakú, elfásodott törzzsel bíró növények. A trópusi és szubtrópusi földön erdőket alkotnak. Törzsük az ottani népeknél a legkülönbébb építkezési és más műszaki célokra használatos.

A sásfélék családjába tartozó növények szára többnyire nem üres és nem ízelt; gyakran háromélű. Virágaik két- vagy gyakran egyivarúak. Porzólevelek száma legtöbbször 1—3, termőleveleiké 2—3. Leveleik hüvelye zárt. Ide tartozik a papiros cserje (*Cyperus papyrus*). A szár végén ernyőszerű csokorban álló ágaival jellemző növénye Afrika egyes vizes területeinek. Szárának bélszövetét régen papirgyártásra használták. Néhány *Cyperus*-faj nálunk is előfordul vizenyős területeken. Mocsaras területeinken igen gyakoriak a gyapjufű (*Eriophorum*) fajok, amelyek érett termésfüzére mint hófehér, gyap-



497. ábra. Bambusznád (*Bambusa vulgaris*) a budapesti botanikai kert üvegházában. Alatta *Dracaena* és *Spathiphyllum*. (Eredeti felvétel.)

jas gomb tűnik fel. A fehér szálak, vagyis a virágok tövéből virágtakaró gyanánt kinövő szőrök, eleinte rövidek; mire azonban a termés megéri, hosszúra megnőnek. Gyakori vizes helyeken, tavaink sekélyvizű szélén: a tavi káka (*Scirpus lacustris*), melynek szárát fonómunkákra használják; az erdei káka (*Sc. silvaticus*), a szürke káka (*Sc. Holoschoenus*) és más kákafajok, valamint a csinos termetű *Heleocharisok*.

A sásfélék legnagyobb csoportját teszik a sások (*Carex*), melyeknek mintegy 600 faja nagyrészt az északi félgömb mérsékelt és hideg öveiről ismeretes. Egyesek a sarkvidék legészakibb, gyér növényzetében is előfordulnak. Többnyire aprók, vékony levelűek, virágaik egyivarúak, egylakiak. Nálunk előforduló nagyszámú fajaik közül gyakori mezőinken a korai sás (*C. praecox*), homokos területeinken a szittyós sás (*C. stenophylla*), verőfényes hegyoldalon a törpe sás (*C. humilis*); a nagyobb termetűek közül való a zsombék sás (*C. stricta*), mely Alföldünkön sok helyen a zsombék alkotója. Magas hegységeink tisztásain, a törpe fenyő övében is elterjedt faj a fekete sás (*C. atrata*). A közönségesebbek közül való nálunk a 6. mellékleten látható *C. Goodenoughii*.

5. rend. Pálmafélék (*Principes*). Vastag kocsányból elágazó nagy virágzatuk többnyire egyivarú, hím- és nővirágokból áll. Fiatal korában a virágzatot vastag buroklevél (*spatha*) veszi körül. A virágtakaró ($P\ 3 + 3$) felleveleszerű vagy pártaszerű. A három termőlevél többnyire összenőtt, a magház 1—3 rekeszű, gyakran egyetlen magrüggyel. Termésük boggyó vagy csonthéjas termés. Termetük faalakú, a rendes másodlagos vastagodást azonban nélkülözi. Leveleik nagyok; szárnyasan vagy legyezőszerűen álló levélkéik vályuszerűen hátrafelé (induplikált), vagy előre (reduplikált) rételtek.

A pálmák a paleo- és neotrópikus flóraidék trópusos és szubtrópusos tájainak növényei, csak kevés (*Phoenix*, *Chamaerops*) hatol fel közülük Afrika északi és Európa meg Ázsia déli részén az északi extratrópikus flóraidékre. Európa területén a harmadkor elején még mindenütt tenyésztek pálmák. E korszak közepe táján, az oligocénben még a Keleti tengertől délre eső területeken előfordultak; a miocénben már csak az Alpoktól délre eső területeken és hazánkban; a pliocénben pedig Európa területéről eltűntek. Ma csak a legdélibb részeken fordul még vadon elő a *Chamaerops humilis* nevű legyezőpálma.

A pálmák fajainak száma mintegy 1200-ra tehető, amelyek közül számos faj hasznos terményeket és anyagokat szolgáltat az embernek. Csinos terméjükkel díszeli a természetnek. Az ízletes gyümölcseről ismeretes datolyapálma (*Phoenix dactylifera*) Afrika északi részén és Ázsia délnyugati részein van elterjedve, ahol gyümölcse a lakosság nélkülözhetetlen tápláléka. Az indiai palmyrapálma (*Borassus flabelliformis*) szolgáltatja a pálmabort, és levélhüvelyének rostjaiból készítik a piasszávét. Az Afrikában és Amerikában honos borpálma (*Raphia vinifera*) virágzatából kifolyó cukros nedvből szintén pálmabort, levélrostjaiból raffia-háncsot és levélhüvelyből piasszávét készítenek. A pálmák egyik nagy génusza a *Cocos*, melynek eredeti hazája Dél-Amerika. Mintegy 30 faja közül a kókuszpálma (*Cocos nucifera*) ma már a trópusokon mindenütt tenyésztett hasznos növény. Magjának olajos táplálószoja a kereskedelemben ismert koprát szolgáltatja, a magja belsejében levő nedv pedig

a kókusztej. A kókuszdiót könnyű rostokból álló exokarpiuma kiválóan alkalmassá teszi az úszásra, és a tenger vize tényleg messzire elszállítja, úgy hogy a korall-szigetek első növényei között gyakori a kókuszpálma. Igen hosszú vízi úton vitetve azonban a kókuszdió csirázóképesége elvész. Dél-Amerika trópusi tájain tenyésznek az elefántesont-pálmák (*Phytelephas*), melyek magjának kemény endospermiumából készítik a gombokra stb. használt növényi elefántesontot.

6. rend. *Synanthae*. Nagyrészt pálmatermetű növények, melyek Amerika trópusi tájain honosak. Üvegházainkban tenyésztik a *Carludovica*-génusz egyes fajait. A *C. palmata* leveleinek rostjából készítik a valódi panamakalapokat.

7. rend. *Torzsavirágzatúak* (*Spathiflorae*). Túlnyomóan trópusi növények tartoznak ide, amelyek virágzatát a jellemző fellelél a buroklevél (*spatha*), veszi körül. Nálunk csak egy-két képviselőjük fordul elő. Ilyen az orvosi kálmos (*Acorus calamus*), melynek olajtartalmú gyökértörzse a gyógyszerészet rhizoma calami-ja; mocsarakban nő, nem gyakori. Tőzeges mocsarainkban előfordul a mocsári apácakonty (*Calla palustris*), erdőinkben a foltos kontyvirág (*Arum maculatum*); mindkettő mérges, az előbbinek gyökértörzse azonban kiszáritva és főzve elveszti mérges tulajdonságát; liszt gyanánt északon használják is.

A trópusi fajok közül nálunk, mint dísznövénnel, leggyakrabban találkozunk a *Monstera deliciosa*-val, amelyet hibásan *Philodendron*-nak is neveznek. Szép nagy, áttört levelei miatt kedvelt szobanövény.

Az *Araceae* családnak, az előbb felsoroltakon kívül, számos faja tenyészik úgy az ó-, mint az újvilág trópusain. Egy részük kúszó cserje vagy fa (lián); kúszó törzseikkel a trópusok őserdőinek jellemző képet kölcsönöznek. Ezek közé tartoznak a *Philodendron*-ok is.

Ennek a rendnek második családja, a *Lemnaceae*. Vízben uszó apró növénykéek tartoznak ide, amelyek közül vizeinkben gyakoriak a békalencse (*Lemna*) különböző fajtái.

8. rend. *Lisztes magvúak* (*Farinosae*). Nevük magjuknak lisztes endospermiumára vonatkozik. Túlnyomóan a szubtrópusi tájak növényei. A *Bromeliaceae* családba tartozik az ananász (*Ananas sativus*), melynek Nyugat-India és Amerika a hazája, de a trópusokon mindenfelé tenyésztik és Afrikában meg Ázsiában sok helyen elvadulva, mint ruderalis növény fordul elő. Izletes gyümölcse által hasznos. Kedvelt szobanövények a *Commelinaceae* családba tartozó, egyes *Tradescantiák*, amelyek porzóinak szörképletei a plazma szétáramló mozgásának (*circulatio*) bemutatására, megfigyelésére használatosak.

9. rend. *Liliomfélék* (*Liliiflorae*). Virágjuk az egyszikűek tipikus szerkezetével bír, háromtagú, ötkörös, csak az *Iridaceae* családban marad el a belső porzókör. Ezek virága tehát négykörös.

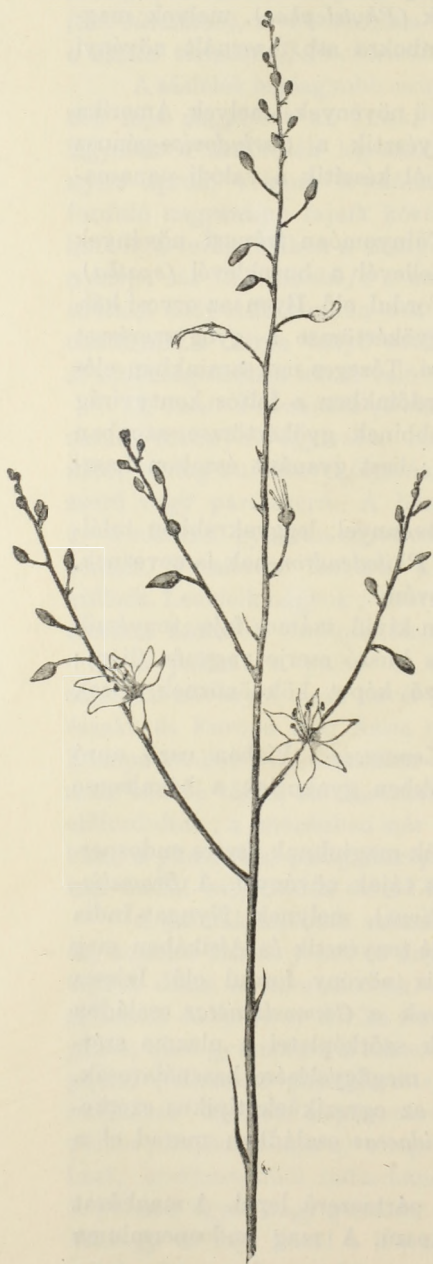
A virágtakaró két körben álló, többnyire pártaszerű lepel. A magházat rendszeren három termőlevél alkotja és háromrekeszű. A mag endospermiuma húsos vagy porcos.

Ez a rend és a pázsitféléké az egyszikűek legnagyobb rendjei.

Az idetartozó számos család közül a szittyófélék (*Juncaceae*) családját jellemzi, hogy leveleik szárszerűek, hengerdedek, melyek belseje légkamráktól laza bélszövettel van kitöltve. Virágjuk leple pelyvaszerű. Vizes, mocsaras területeinken, útszéli árkokban gyakori a békaszittyó (*J. effusus*), a fakó szittyó (*J. glaucus*) stb. E család másik génuszának, a *Luzula*-nak, fajai a szittyóktól lapos leveleikkel élesen elütnek, fűnemű termetűek. Gyakori réteinken, erdei utak szélén és tisztásokon a mezei perjeszittyó (*L. campestris*); hegyvidékeinken a pillás perjeszittyó (*L. pilosa*) és mások.

Második és legnagyobb családja e rendnek a liliomok (*Liliaceae*) családjá, amelynek a mérsékelt és a meleg földövön mintegy 2600 faja van elterjedve. Ide tartozik a fehér zászpa (*Veratrum album*) és a nála ritkább fekete zászpa (*Veratrum nigrum*), az őszi kikerics (*Colchicum autumnale*), a fehér sövényvirág (*Anthericum ramosum*, 498. ábra), a melynek rokonai nagyrészt Afrikában tenyésznek. A hagymafélék alcsaládjába tartoznak a tyúktaréj (*Gagea*) fajok és a különféle hagymák, ú. m. az Ázsiából származó vörös hagyma (*Allium cepa*) és fokhagyma (*A. sativum*); a Földközi tenger mellékéről eredő póré hagyma (*A. porrum*), amelyek ismert kerti vetemények. Vadon előforduló hagymáink közül hegyi réteinken és homokos területeinken gyakori a homoki hagyma (*A. sphaerocephalum*, 499. ábra), verőfényes sziklákon terem a sárga virágú hagyma (*A. flavum*).

A tulipánfélék alcsaládjába sorozzuk a kertekben is tenyészített, Dél-Európából származó



498. ábra. Fehér sövényvirág (*Anthericum ramosum*). (Eredeti kép.)



499. ábra.
Homoki hagyma (*Allium sphaerocephalum*). (Eredeti rajz.)

fehér liliomot (*Lilium candidum*), az erdőinkben, cserjéseinkben vadon növekvő turbán liliomot (*L. Martagon*); továbbá a déleuropai tulipánt (*Tulipa Gesneriana*), mely növénynek számos változatát tenyésztik kertekben. A tulipánvirágot a magyar nép festett, varrott és más munkáinak díszítéséhez gyakran veszi mintául. Vadon nő a Kazán-szoros szikláin az endemikus magyarhoni tulipán (*Tulipa hungarica*) és délibb tájainkon itt-ott előfordul az erdei és a billieti tulipán (*T. silvestris* és *T. billietiana*). Ezek rokonságába tartozik a gyöngyike (*Muscari*), a csillagvirág (*Scilla*) és a madártej (*Ornithogalum*), valamint a délvidékről származó és szobanövény gyanánt kedvelt jácint (*Hyacinthus*).

Idetartozó alcsaládok a trópusokon előforduló sárkányfafélék (*Draecenoideae*) és a spárgafélék (*Asparagoideae*), mely utóbbiak fajai közül a közönséges spárga (*Asparagus officinalis*) ismert kerti vetemény, de vadon is előfordul. Ide tartozik a gyöngyvirág (*Convallaria majalis*), a Salamon pecsétje (*Polygonatum*) különböző fajai, a négylevelű varjúszer (*Paris quadrifolia*) stb.

Az *Amaryllidaceae*-család számos génusza, mint a hóvirág (*Galanthus*), a nárcisz (*Narcissus*) stb., valamint az iriszfélék (*Iridaceae*) génuszai, mint a sáfrány (*Crocus*) és az iris (*Iris*), szép virágjukról ismert növényeink.

10. rend. *Scitamineae*. Trópusi növények, melyek közül a *Musa* és *Canna* ismert dísznövények. A Kelet-Ázsiából származó *Zingiber officinale* gyökértörzse szolgáltatja a gyömbért, az ugyanott honos *Curcuma longa* a kurkumapapiros színes anyagát, a nyugatindiai *Maranta arundinacea* az arrow-rootot.

11. rend. *Aprómagvúak (Microspermae)*. Az idetartozó *Burmanniaceae* és *Orchidaceae* család közül az előbbihez forróföldövi növények tartoznak; az utóbbi, a kosborfélék családja azonban számos fajjal van nálunk is kép-



500. ábra. Rigópohár (*Cypripedium calceolus*).
(Eredeti kép.)

viselve. Ezeknek dorziventrális virágjában (500. és 501. ábra), a hazai fajok leg-
többjén, a pártaszerű lepel belső körének hátsó levele mézajakká (*labellum*)
alakult, ennek tövén foglal helyet a *gynostemium*, melyben a szálaikkal össze-
nőtt bibeszál és porzók vannak egyesítve, — e fölé hajlik sisak-
szerűen a lepel három külső és két belső levele. A magház
többnyire csavarodott. Különös alkotású a hegyvidékein-
ken előforduló (*Cypripedium calceolus*) virágja (500. ábra),
melynek mézajka hosszukás, felül nyitott hólyaggá van
alakulva.

Kosborféléink nagy része az üde, nyirkos talajú réteket,
erdei tisztásokat kedveli; kivétel nélkül szép virágúak, és
különösen ilyenek a trópusi, nagyvirágú fajok, melyek üveg-
házaink díszei. A hazai génuszok közül valók az *Orchis*,
Ophrys, *Himantoglossum*, *Gymnadenia*, *Platanthera*, *Coeloglos-
sum*, *Nigritella*, *Cephalanthera*, *Epipactis*, *Listera*, *Epipogon*,
Spiranthes, *Goodyera*, a szaprofita *Neottia* (501. ábra) és
Coralliorrhiza.

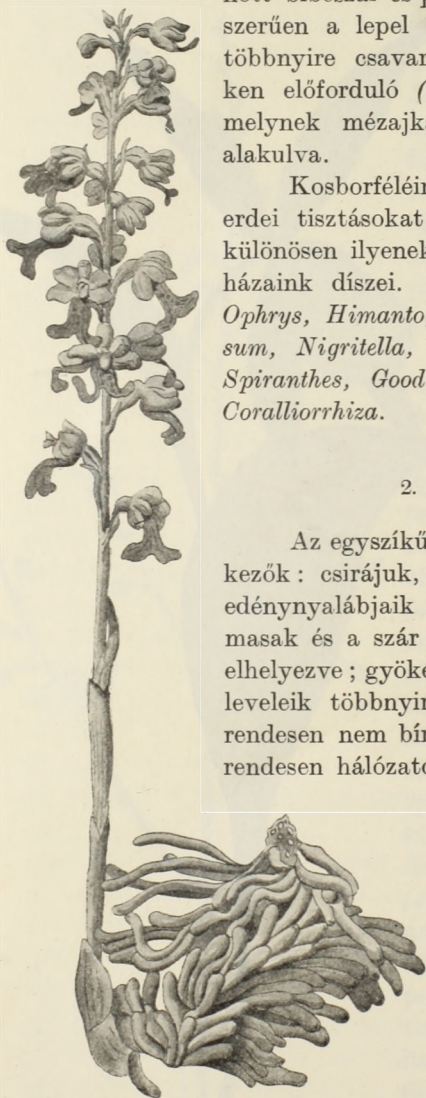
2. osztály. Kétszíkűek (Dicotyledoneae).

Az egyszíkűekkel szemben jellemző sajátágaik a követ-
kezők: csirájuk, csekély kivétellel, két szíklevéllel fejlődik;
edénynyalábjaik nyitak és így másodlagos vastagodásra alkal-
masak és a szár keresztmetszetén (265. ábra) körben vannak
elhelyezve; gyökérzetük egy főgyökér elágazása által jön létre;
leveleik többnyire nyelesek, gyakran pálhásak, de hüvellyel
rendesen nem bírnak; a levél erezte nem párhuzamos, hanem
rendesen hálózatos; a tipikus kétszíkű virág öttagú és ötkörös.

1. alosztály. Szabadszirmúak (Archichlamydeae).

Virágjuk alkotása különböző: a virág-
takaró egyes családokban hiányzik, mások-
ban egyszerű, vagy kettős, mely esetekben
az fellevél-, csésze- vagy pártaszerű lehet,
illetőleg egynemű vagy csészére és pártára
különült. A szirmok többnyire szabadon
állók.

1. rend. *Verticillatae*. Jellemző sajátá-
guk, hogy magrügyükben számos embrió-
zsák van; ezek közül egyesek a chalaza végéhez (494. ábra) tömlőt haj-
tanak és annak szövetét meglazítják, azonban egy kivételével meddők marad-
nak. A virágpor tömlője a termőlevél szövetében a chalazához hatol és ennek
meglazított szövetén keresztül jut az embriózsákhoz. Ide tartozik a *Casuarina*
génusz; surló termetű fák, melyek Kelet-Ázsiában és Ausztráliában honosak.

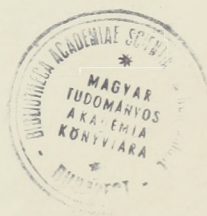


501. ábra *Neottia nidus avis*. (Mágocey.)



20. RÉSZLET A MONORI HOMOKPUSZTÁRÓL,

melyet foltonként — egyebek mellett — boróka (*Juniperus communis*), fehér nyár (*Populus alba*), sóska borbolya (*Berberis vulgaris*) és rozmarin fűz (*Salix rosmarinifolia*) csoportok borítanak. Ezek között itt-ott a kultúra révén bejutott topolyafák (*Populus pyramidalis*) is láthatók.



2. rend. Borsfélék (*Piperales*). Virágaik takarónélküliek, háromtagúak. Ide tartozik a bors (*Piper*) génusz, melynek fajai a trópusok erdősegeiben tenyésző cserjék. A fekete bors (*P. nigrum*) a malayi szigetekről és Indiából származik, ma már a trópusok alatt mindenfelé tenyésztik. Éretlen termése szolgáltatja a fekete, érett, hámozott termése a fehér borsot.

3. rend. Fűzfélék (*Salicales*). Kétlaki fák és cserjék, amelyek virágzata barka, levele csavaros állású, pálhás. Virágaik csupaszok, murvalevelek hónaljából erednek. Termésük tok, mely éretten két kopáccsal kovad; magjuk endospermium nélküli, pelyhes. A fűzek (*Salix*) barkái felfelé állók, virágai rovar által való beporozásra alkalmasak, mézmirigyet tartalmaznak, murvaleveleik épélűek. Folyóink partjain, áradásos területeinken gyakori a törékeny fűz (*S. fragilis*), a fehér fűz (*S. alba*), a mandulalevelű fűz (*S. triandra*), a kötő fűz (*S. viminalis*), a csigolyafűz (*S. purpurea*) stb. Hegyvidékeinken igen gyakori a kecskefűz (*S. caprea*). A fűzek az északi félgömb növényei; legészakibb elterjedésük a tundrákkal érintkezik. A kék fűz (*S. glauca*) Grönlandban, a 68° északi szélességig terjedve, a legészakibb cserjéseket alkotja; a sarki fűz (*S. polaris*) pedig az európai sarkvidék jellemző növénye, mely a jégkorszakban Európa területén általánosan el volt terjedve. A fűzek az áradásos területek befásítása, valamint partok, vízmosások megkötése által hasznosak; nemesített fajtáik kitűnő fonó vesszőt szolgáltatnak. A szomorú fűzet (*S. babylonica*) nálunk mint díszfát tenyésztik.

A nyár (*Populus*) génusz barkái lelógók, virágai mézmirigyeket nem tartalmaznak, szél által való beporozásra alkalmasak, murvalevelük sallangos. Közismert a rezgő nyár (*P. tremula*), mely az Alföldtől a Kárpátok fatenyészetének határáig mindenütt megél; sziklákon, kőfalakon, vizes területeken stb. egyaránt előfordul. Alföldünkön gyakori a fehér nyár (*P. alba*) és a fekete nyár (*P. nigra*). A topolyfa, vagy jegenye nyár (*P. pyramidalis*) Ázsiából származik.

4. rend. *Myricales*. 5. rend. *Balanopsidales*. 6. rend. *Leitneriales*. Nagyrészt Európában elő nem forduló, barkavirágzatú fák és cserjék vagy félcserjék.

7. rend. Diófafélék (*Juglandales*). Amerika, Ázsia és Európa mérsékelt övén tenyésző egylaki fák; nagyrészükről ismeretes a chalazogamia. Termésük csonthéjas dió. Az egész Európában tenyésztett közönséges diófa (*J. regia*) délkeleti Európában és Ázsiában vadon fordul elő. Termését a Parma melletti vas-korszakbeli cölöpépítményekben is megtalálták. Észak-Amerikában honosak a fekete és szürke diófa (*J. nigra* és *J. cinerea*). Rokonuk az északamerikai hikory (*Carya*) és az ázsiai *Pterocarya*.

8. rend. Bükkfafélék (*Fagales*). Barka- és gombvirágzatú, egylaki fák és cserjék. Leveleik osztatlanok, pálháik lehullók. Termésük makkszerű, nagyrészt kupacsos. Ide sorozzuk a nyirfafélék (*Betulaceae*) és a bükkfafélék (*Fagaceae*) családját. Az előbbinek génuszai az északi félgömb mérsékelt és hideg övén tenyésznek. Nevezetesebb génuszok: a gyertyán (*Carpinus*, 502. ábra), a vénic (*Ostrya*), a mogorófa (*Corylus*), továbbá a nyir (*Betula*, 503. ábra) és az éger (*Alnus*). A bükkfafélék családjába is fontos erdei fáink tartoznak, nevezetesen a közönséges bükk (*Fagus sylvatica*) és a tölgy (*Quercus*) génusz fajai.

Utóbbiak közül honosak nálunk: a kocsányos tölgy (*Q. pedunculata*), hegyvidékeinken a kocsánytalan tölgy (*Q. sessiliflora*) és mészkőhegyeinken, de itt-ott homokos területeinken is a molyhos tölgy (*Q. lanuginosa*), valamint ezek változatai. Nevezetes a parafát szolgáltató paratölgy (*Q. suber*), mely Algirban és Dél-Európa nyugati részében honos. A déleuropai gesztenyét (*Castanea vulgaris*) nálunk is ültetik.

9. rend. Csalánfélék (*Urticales*). Az idetartozó fák és dudvanemű növények virágai aprók, csészeszerű lepelletel bírnak, gyakran tömött virágzatot alkotnak. A szilfélék (*Ulmaceae*) virágzata mintegy átmenetet képez a barkás virágzatú, előző családokhoz. Ide tartozik a szil (*Ulmus*), melynek erdeinkben több faja honos, és a celtis (*Celtis*), melynek déleuropai fáját, a *C. australis*-t nálunk díszfagyánánt ültetik. Az eperfafélék (*Moraceae*) családjába sorozzuk az eperfa (*Morus*) génuszt, melynek fajait nálunk gyümölcsükért és a selyemhernyók táplálására használt levelükért tenyésztik. Ugyanebbe a családba tartoznak a nálunk sövénynek használt makkura (*Maclura*), a trópusok kenyérfája (*Artocarpus*), a

Ficus-ok, melyeknek mintegy 600 faja nagyrészt a trópusok alatt fordul elő. A gyümölcséről ismert fügefa (*Ficus carica*) mediterrán növény. A kender (*Cannabis sativa*) a Kaspi tótól délre és Indiában vadon tenyészik. Először valószínűleg a szittyák használták és általuk terjedt nyugatra. A komló (*Humulus lupulus*) növirágzatán levő mirigyszőrök tartalmazzák a sörgyártáshoz, kenyérsütéshez használt lupulinanyagot. Nálunk vadon él és tenyésztik is.

A csalánfélék (*Urticaceae*) családjából nálunk a csalán (*Urtica*) fajai honosak, melyeknek szőrei (249. ábra) égető nedvet tartalmaznak.

10. rend. *Proteales*. A *Proteaceae* család tartozik ide, melynek összes génuszai a trópusok alatt honosak.

11. rend. *Santalales*. Ehhez a rendhez is nagy-



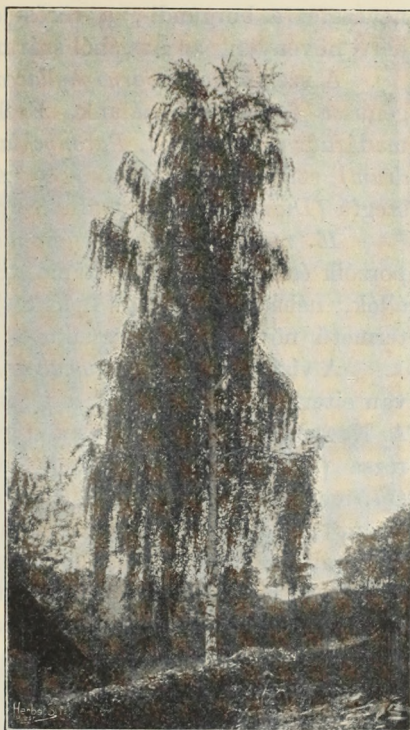
502. ábra. Gyertyán (*Carpinus betulus*) csoport, koronáján iszalag (*Clematis vitalba*). (Eredeti felvétel.)

részt forróföldövi növények tartoznak; egyes génuszai azonban nálunk is képviselvek; így a *Santalaceae* családba tartozó *Thesium*, a *Loranthaceae* családba tartozó *Loranthus*, melynek egyik faja, a tölgyfagyöngy (*L. europaeus*) különösen tölgyfáink ágain élősködik és a *Viscum*, melynek számos faja közül nálunk a fehér fagyöngy (*Viscum album*) gyakori. Utóbbi különféle lombos fák és fenyők ágain élősködik. Míg az előbbi lombhullató, addig emez örökzöld cserje.

12. rend. *Farkasalmafélék* (*Aristolochiales*). E rend családjaiba túlnyomóan trópusi génuszok tartoznak, csak néhány van közülök nálunk is képviselve. Részben fás, részben dudvanemű növények. Az *Aristolochiaceae* családból, mint nálunk előfordulók, említhetők: a kapotnyak (*Asarum europaeum*) és a farkasalma (*Aristolochia clematitis*). Nevezetes növényfaja a *Rafflesiaceae* családnak a Szumatra szigetén tenyésző *Rafflesia Arnoldii*. Ez *Cissus*-fajok gyökerén élősködik és a talaj fölé csupán óriási, 1 m átmérőt is elérő virágja emelkedik, mely tehát a föld legnagyobb virága.

13. rend. *Keserűfűfélék* (*Polygonales*). Idetartozik a keserűfűfélék (*Polygonaceae*) családja. Többnyire összetett virágzatban álló virágaik aprók; pálháik összenövése által keletkező, szárölelő, húsos vagy hártyanemű ochreájuk van; dudvanemű, ritkán cserje- vagy faalakú növények. Maghonjuk egyrekesű, melyben egy magrügy van. Termésük többnyire háromlélű diócska. Nálunk honosak a sóska (*Rumex*) és a *Polygonum* génusz fajai; sok helyen tenyésztik a pohánkát (*Fagopyrum*), és szép, nagy levelei miatt, mint dísnövényt, a rebarbarát (*Rheum*).

14. rend. *Központi magvúak* (*Centrospermae*). Virágaik majd aprók, tömött virágzatban állók (*Chenopodiaceae*, *Amarantaceae*), majd pedig nagyobbak, feltünőek, egyenként vagy virágzatban állók (*Caryophyllaceae*). Maghonjuk felső állású, egyrekesű, egy vagy több magrüggyel, melyek többnyire központi elhelyezésű placentán foglalnak helyet. A libatopfélék (*Chenopodiaceae*) egyéves vagy évelő, nagyrészt igen elterjedt, ruderális növények. Ilyen különösen a libatop (*Chenopodium*) és a laboda (*Atriplex*) génusz. Homokos helyeink jellemző növényei a poloskamag (*Corispermum*) fajok. Alföldünk szikes területein előfordul a ballangófű (*Salsola kali* és *S. soda*). A cékla vagy répa (*Beta vulgaris*) a Földközi tenger környékén vadon tenyészik. Számos fajtája közül



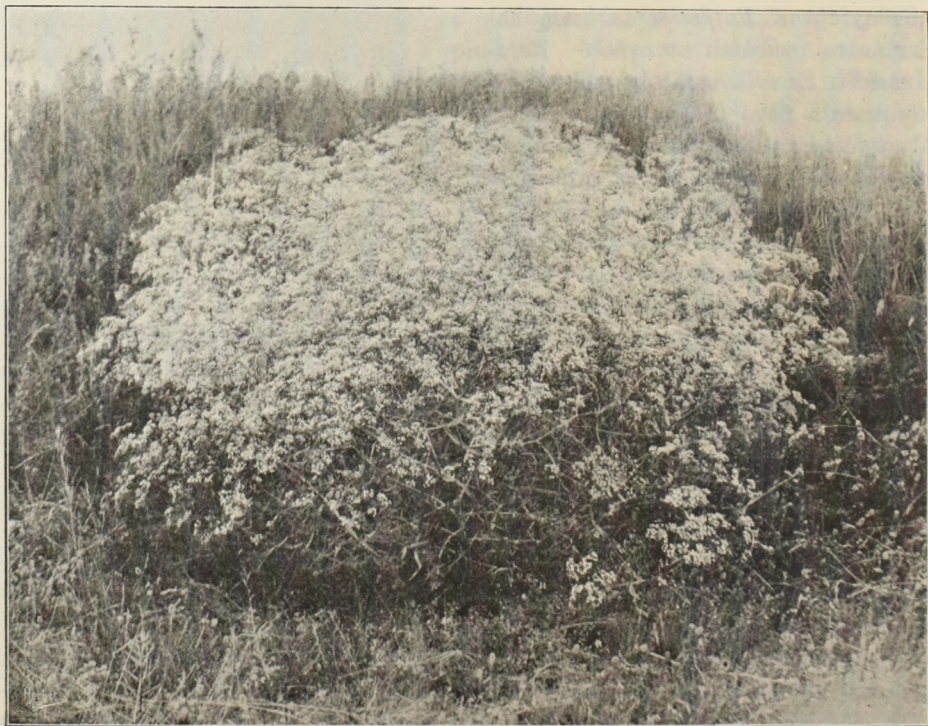
503. ábra. Bibircses nyír (*Betula verrucosa*).
(Eredeti felvétel.)

nevezetes a burgundi-, a vörös- és a cukorrépa. Ebbe a családba tartozó kerti növényünk az Ázsiából származó paréj (*Spinacia oleracea*).

A szegfűfélék (*Caryophyllaceae*) családjának még több, fajokban gazdag génusza fordul elő nálunk. Ezek közül említhetők: a csillaghúr (*Stellaria*), madárhúr (*Cerastium*), *Paronychia*, *Scleranthus*, mécsvirág (*Lychnis*, *Melandrum*), sziléne (*Silene*), konkoly (*Agrostemma*), dercefű (*Gypsophila*, 504. ábra), szegfű (*Dianthus*), szappanfű (*Saponaria*) stb.

15. rend. Sokmagvúak (*Ranales*). Virágtagjaik többnyire csavaros állásúak, porzóik és termőleveleik száma többnyire sok; utóbbiak rendszeren szabadon állók, néha összenőttek. Igen terjedelmes rend, amelybe a legváltozatosabb termetű növények tartoznak.

A vízi rózsák (*Nymphaeaceae*) családja nagyrészt a trópusok édesvízeiben van elterjedve. Vizeinkben a fehér tündérrózsa (*N. alba*) gyakori (505. ábra). A Nagyvárad melletti Püspökfürdő melegvízű patakjában a nilusi tündérrózsa (*N. aegyptia*) alakkörébe tartozó hévvízi tündérrózsa (*forma thermalis*) (17. melléklet) fordul elő. Utóbbinak hozzánk származása ismeretlen. Lehetetűnt geológiai korszakok maradványa, de szállíthatták magját vándormadarak is a lábukra tapadt iszappal, újabban vagy régebben egyaránt. Püspökfürdőről Budára és Keszthelyre is átvittették. A botanikai kertek ismert díszje az Amazon és Orinoko vízében honos *Victoria regia* (506. ábra).



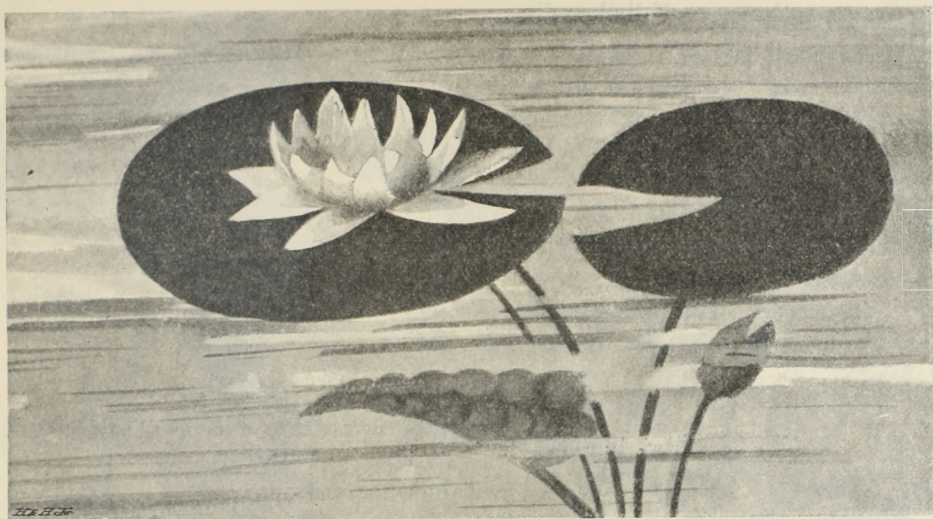
504. ábra. Buglyos dercefű (*Gypsophila paniculata*). (Eredeti felvétel.)



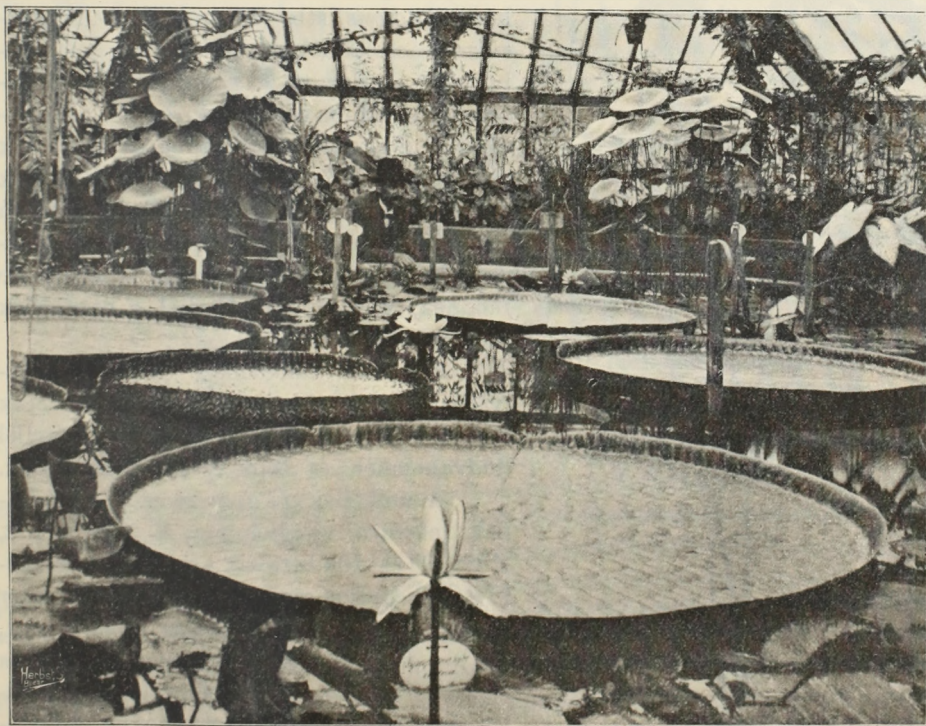
16. A HÉVIZI TÜNDÉRRÓZSA.
(*NYMPHAEA AEGYPTIA*, *FORMA THERMALIS*.)
(Eredeti kép.)

Az Athenaeum r.-t. nyomása.





505. ábra. Fehér tündérrózsa (*Nymphaea alba*). (Eredeti kép.)



506. ábra. *Victoria regia* a budapesti botanikai kertben. A háttérben kétoldalt *Nelumbo lutea*. (Eredeti felvétel.)

A *Ceratophyllaceae* családból említ-
hető a vizeinkben gyakori *Cerato-
phyllum demersum* (508. ábra).

A boglárkafélék (*Ranuncula-
ceae*) családjából előfordulnak ná-
lunk a bazsarózsa (*Paeonia*), gólya-
hír (*Caltha*), zergeboglár (*Trollius*),
hunyor (*Helleborus*), galambvirág



508. ábra. Borzas hinár. *Ceratophyllum demersum*.
(Emery.)



507. ábra. Közönséges szarkaláb (*Del-
phinium consolida*). (Eredeti kép.)

(*Isopyrum*), cámoly (*Aquilegia*), szarkaláb
(*Delphinium*, 507. ábra), sisakvirág (*Aco-
nitum*), kökörcsin (*Anemone*), iszalag (*Cle-
matis*), boglárka (*Ranunculus*, 509. ábra),
hérics (*Adonis*) stb. génuszok fajai. A *Berber-
idaceae* családból gyakori nálunk a sóska-
borbolya (*Berberis vulgaris*), a gabona-
rozsa aecidium-alakjának egyik tenyész-
tője. A *Magnoliaceae* családba exotikus fák
és liánok tartoznak, melyek közül nálunk
parkokban tenyésztk a szép, nagyvirágú
magnolia-fajokat és a tulipánfát (*Lirioden-
dron tulipifera*). Egyik nagy családjá e
rendnek, mintegy 1000 fajjal, a babérfélék
(*Lauraceae*) családjá.

16. rend. *Rhoeadales*. Virágaik két-
ivarúak, többnyire pártájuk és csészéjük
van; leveleik pálhátlanok. Csekély kivétellel
dudvaneműek és tejnedvet tartalmaznak.

A mákfélék (*Papaveraceae*) családjá-
nak jellemző virágképlete $K\ 2, C\ 2 + 2,$
 $A\ \infty, G\ (2)$. Ide tartozik a vérehulló fecske-
fű (*Chelidonium majus*), a pipacs (*Papaver
rhoeas*), a kerti mák (*Papaver somniferum*),
mely a Földközi tenger környékén honos
P. setigerum-hoz tartozó fajváltozat. Éret-
len termésének beszárított nedve szolgál-
tatja az opiumot. Ide tartozik a kakasláb
(*Corydalis*) és füstike (*Fumaria*).

Egyike az általában legnagyobb és amellet élesen körülhatárolt, egységes családoknak a keresztesvirágúak (*Cruciferae*) családja. Virágjuk jellemző alkotása: $K\ 2 + 2$, $C\ 2 + 2$, $A\ 2 + 4$, $G\ (2)$. A porzók közül kettő rövidebb, négy hosszabb. Két termőlevelükből többnyire becő fejlődik, melyet hártvás lemez oszt ketté. Az északi félgömb mérsékelt és hideg övének növényei. Nagyrészt igen népes génuszok tartoznak ide, mint a zsázsa (*Lepidium*), tarsolyfű (*Thlaspi*), torma (*Cochlearia*), zsombor (*Sisymbrium*), mustár (*Sinapis*), káposzta (*Brassica*), retek (*Raphanus*), kakuktorma (*Cardamine*),



509. ábra. Selymes boglárka (*Ranunculus illyricus*). (Eredeti kép.)



510. ábra. *Nepenthes Dominiana*. Nyalcadra kisebbítve. (Cohn.)

pásztortáska (*Capsella*), daravirág (*Draba*), ikravirág (*Arabis*), repcsény (*Erysimum*), *Alyssum*, estike (*Hesperis*), *Bunias*, *Matthiola*, stb.

Kerti vetemény gyanánt különösen a káposzta (*Brassica oleracea*) fajtáit (fejes káposzta, kalarábé, karfiol) és a retket (*Raphanus sativus*) tenyésztik; olajtartalmú magjáért pedig a repcét (*Brassica rapa* és *Br. napus* fajváltozatait) vetik.

17. rend. Rovarevők (*Sarraceniales*). Két családja a *Nepenthaceae* és a harmatfűfélék (*Droseraceae*). Az előbbihez trópusi növények tartoznak, melyek

virágai rovarfogó készülékké alakulvák (511. ábra). Az utóbbi családból nálunk, tőzeges lápjainkon gyakori a kereklevelű harmatfű (*Drosera rotundifolia*) és itt-ott előfordul mocsarainkban az *Aldrovandia vesiculosa*. Az előbbi a leveleinek mirigyszőrei, az utóbbi pedig a levelei segítségével fogja meg a rovarokat, melyek anyagát felszívja. Északamerikában honosak a *Sarracenia* fajok (511. ábra).

18. rend. Kőrontófélék (*Saxifragales*). Virágtakarójuk többnyire csésze és pártá, rendszeren öttagú. Fák, cserjék és dudvanemű növények, amelyek a legkülönbözőbb termőhelyhez kötvek. A *Podostemonaceae* család fajai a



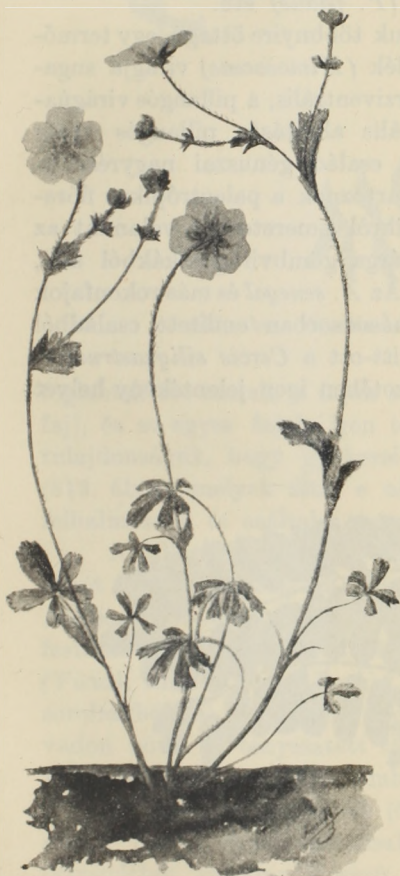
511. ábra. *Sarracenia purpurea*. (Kerner.)

trópusok gyors folyású vizeiben élnek, a *Crassulaceae* pedig sziklákon, száraz helyeken. Utóbbiak közül nálunk gyakori a kövi rózsza (*Semprevivum*) és a varjuháj (*Sedum*). A kőrontófélék (*Saxifragaceae*) családjából nálunk fontosabbak: a kőrontó (*Saxifraga*), ribiszke (*Ribes rubrum*) és pöszméte (*Ribes grossularia*), amelyek számos nemesített változatát kertekben tenyésztik. Ide tartozik a platánfélék (*Platanaceae*) családja is, melynek fajai ismert dísfák.

19. rend. Rózsafélék (*Rosales*). Virágaik öttagúak; leveleik váltakoznak, párhásak. A virágtengely vacokká szélesedik. A porzók száma rendszeren sok, a bibe 1 — ∞ ; a maghon közép- vagy alsóállású. A termés alakulásában többnyire a vacok is részt vesz. Csupán a rózsafélék (*Rosaceae*) családja tartozik ide, amely igen terjedelmes és számos fontos kulturnövényt tartalmaz.

A *Spiraeoideae* alcsaládba tartozik a díszcserje gyanánt kedvelt bájnóca (*Spiraea*), melynek egyes rokonai nálunk vadon is előfordulnak.

Az almafafélék (*Pomoideae*) alcsaládjába tartozik az almafa (*Pirus malus*), melynek tőalakjai az ázsiai *Pirus pumila*, *P. dasyphylla* és *P. prunifolia*. A mi vadalmafánk (*P. acerba*) a nemesített fajtákkal valószínűleg kevéssé áll összefüggésben. A körtefa (*P. communis*) fajtái több, dél-



512. ábra. Arany-sárga pimpó (*Potentilla aurea*). (Eredeti kép.)



513. ábra. *Bacillus radicum* okozta gumócskák az ákác gyökerén. Természetes nagyság. (Eredeti kép.)

európai és ázsiai fajból származnak, mint *P. achras*, *P. persica*, *P. cordata*, *P. elaeagnifolia*, *P. amygdaliformis*, *P. sinensis* stb. Ebbe az alcsaládba tartozik a berkenye (*Sorbus*), naspolyafa (*Mespilus*), birsalma (*Cydonia*), kőnaspolya (*Cotoneaster*).

A *Rosoideae* alcsaládból nevezetesek : a szeder (*Rubus*), szamóca (*Fragaria*), melynek fajai közül a *F. elatior*, *F. chiloënsis* és *F. virginiana* azok, amelyek-

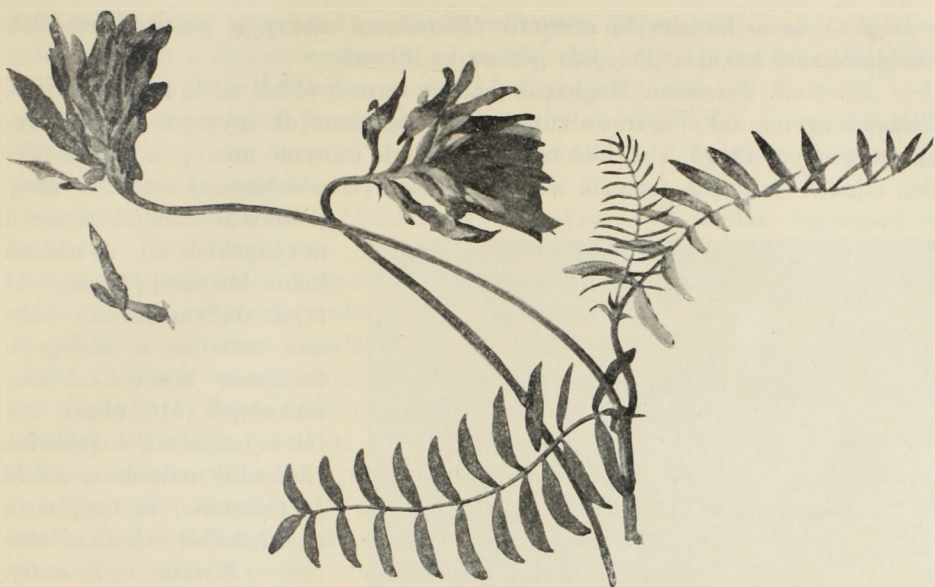
nek nemesített fajtáit, hybridjeit kertekben tenyésztik; — továbbá a pimpó (*Potentilla*, 512. ábra), *Dryas* és *Alchimilla*, mely utóbbi apogamiájáról nevezetes. A rózsza (*Rosa*) vadon növény fajtái az északi félgömbön és egyes trópusi hegységeken vannak elterjedve. — A termesztett rózsafajták az északafrikai és indiai *R. moschata*, az európai *R. gallica* és *R. indica* leszármazottjai.

A szilvafafélék (*Prunoideae*) alcsaládjába tartoznak a szilvafa (*Prunus*) génusz fajtái, így a kerti szilvafa (*P. domestica*), kökény (*P. spinosa*), kajszin barack (*P. armeniaca*) és az őszi barack (*P. persica*), továbbá a cseresznye (*P. avium*), meggy (*P. cerasus*), zelnice meggy (*P. padus*) stb.

20. rend. Hüvelyesek (*Leguminosae*). Virágjuk többnyire öttagú, egy termőlevéllel, amelyből hüvely fejlődik. A mimózafélék (*Mimosaceae*) virágja sugaras, a *Caesalpinaceae* családot már a gyengén dorziventrális, a pillangós virágúakat (*Papilionaceae*) pedig az erősen dorziventrális alkotású, pillangós virág jellemzi. A mimózafélék és a *Caesalpinaceae* család génuszai nagyrészt a melegebb éghajlatot kedvelik. Az előbbiekhöz tartoznak a paleotrópikus flóra-vidék jellemző mimózái, melyek érzékeny leveleikről ismeretesek; valamint az *Acacia*-fajok, amelyek közül egyeseket szép, sárga gömbvirágocskákból álló, dús virágzatukért Dél-Európában tenyésztnek. Az *A. senegal* és más rokonfajok mézgája szolgáltatja a gummi arabikumot. A másodsorban említett családból nálunk a gledicsiát (*Gleditschia triacanthos*) és itt-ott a *Cercis siliquastrum*-ot tenyésztik. A pillangós virágúak a Föld növényzetében igen jelentékeny helyet



514. ábra. *Indigofera tinctoria*. (Eredeti kép.)



515. ábra. Vitorlás bók (Astragalus Onobrychis). (Eredeti kép.)

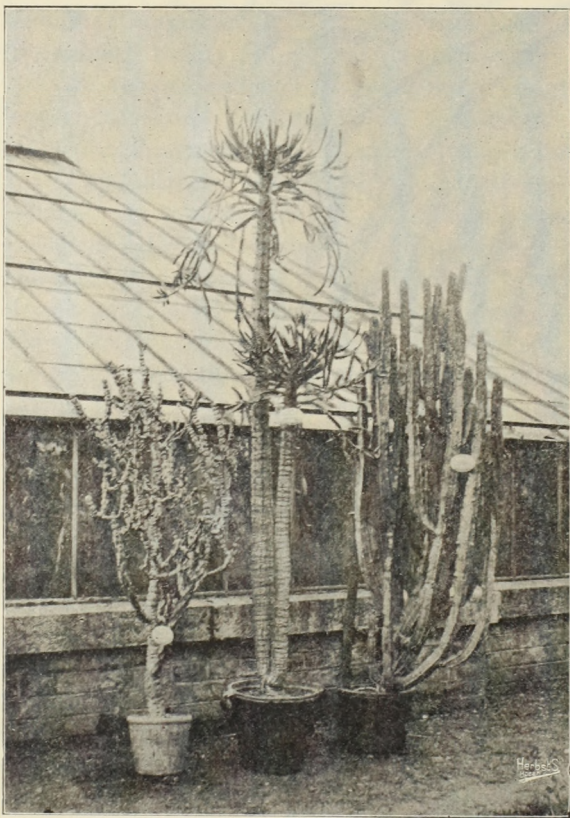
foglalnak el; annak, a fajok számát tekintve, több mint 6%-át teszik ki (6500 faj), és az egyes fajok igen tetemes mennyiségben fordulnak elő. Nevezetes tulajdonságuk, hogy gyökereiken nitrogént gyűjtő baktériumok tenyésznek (513. ábra), melyek által e növények a levegő szabad nitrogénjét testükben felhalmozzák és ezáltal a természetben a nitrogén körforgalmának főszközei.

A pillangós virágúak számos génusza közül megemlítiük a következőket: zánót (*Cytisus*, 525. ábra), iglic (*Ononis*), lucerna (*Medicago*), lóhere (*Trifolium*), *Indigofera*, — melynek fajai közül az *I. tinctoria* (514. ábra) és az *I. anil* indigófestéket szolgáltat, — továbbá az ákác (*Robinia*), *Astragalus* (515. ábra), bükköny (*Vicia*), lencse (*Lens*), borsó (*Pisum*), bab (*Phaseolus*) és más génuszok. A felsoroltakból is kivehető, hogy a pillangós virágúak számos faja, részben mint vadon növe és tenyésztett réti takarmány-növény, részben pedig mint kerti vetemény, igen fontos az emberre.

21. rend. Gólyaorrfélék (*Geraniales*). Virágaik többnyire öttagúak, sugarasak, ritkán dorziventrálisak. Porzóik aljukon összenöttek. Termőleveleik összenöttek, gyakran hosszú, felfelé vékonyodó, csörszerű terméssé nyúlnak meg (*Geraniaceae*). A gólyaorrfélék (*Geraniaceae*) családjából gyakoriak mezőinken és erdeinkben a gólyaorr (*Geranium*) és gémor (*Erodium*); a madársóska-félék (*Oxalidaceae*) közül a madársóska (*Oxalis*). A lenfélék családjából a len (*Linum*) génusznak számos faja előfordul nálunk (*L. flavum*, *L. austriacum*, *L. catharticum* stb.). A tenyésztett len (*L. usitatissimum*) a Fekete tenger és a Perzsa öböl között vadon tenyészik; Mezopotámiában, Asszíriában és Egyiptomban már ezelőtt 4—5 ezer évvel tenyésztették. A *Zygophyllaceae* család nagyrészt meleg földövi növényekből áll; nálunk a királydinnye (*Tribulus orientalis*) fordul elő az Alföld homokos területein. A rutafélék (*Rutaceae*) közül a *Ruta*

graveolens és a körislevelű ezerjófű (*Dictamnus albus*), a pacsirtavirágfélék (*Polygalaceae*) közül a *Polygala* génusz említhetők.

22. rend. *Tricoccae*. Magházuk három termőlevélből áll és háromrekeszű. Virágaik egyivarúak, sugaras alkotásúak; virágtakarójuk egyszerű vagy hiányzik. Magrügyük függő, lefelé álló rapheval, felfelé irányuló micropylével. Testükben tejnedv van. Ide tartozik a kutyatejfélék (*Euphorbiaceae*) családja, mely



516. ábra. Kaktusztermetű kutyatejfélék (*Euphorbia*), a budapesti botanikai kertben. (Eredeti felvétel.)

rendkívül különféle termetű növényekből áll. A nálunk honos kutyatej (*Euphorbia*) fajok dudvaneműek; vannak azonban a melegebb földövek között kaktusztermetűek (516. ábra), sőt fák is tartoznak e családba. Előfordul nálunk a szélfü (*Mercurialis*) és tenyészlik az Afrikából származó ricinust (*Ricinus communis*). A *Callitrichaceae* családból a mocsárhúr (*Callitriche*) több faja tenyészik vizeinkben.

23. rend. *Szapindusfélék* (*Sapindales*). Csekély kivétellel fák és cserjék tartoznak e rendbe, melyek virága különösen abban tér el az előbbiektől, hogy függő magrügyükön a raphe a felső oldalon van; ha pedig a magrügy felegyenesedő, úgy az alsón. A puszpángfélék (*Buxaceae*) családjának egyik faja az örökzöld puszpáng (*Buxus sempervirens*); apró levelű, tömött

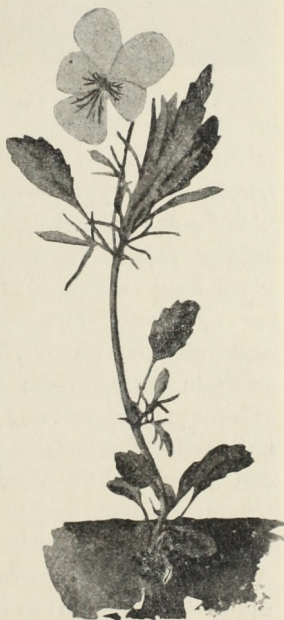
koronájú cserje; díszkertjeinkben gyakran tenyésztik. — Az *Empetraceae* családból való a tűzegbogyó (*Empetrum nigrum*), havasi lápjainkon nem ritka, egészen a sarkvidékig előfordul. Az *Anacardiaceae* család fajai közül a cser-szömörce (*Cotinus coggygria*) előfordul hazánk délibb részeiben; az ecetfát (*Rhus typhina*) és mérges szömörccét (*R. toxicodendron*) kertekbe, parkokba ültetik. A magyalfélék (*Aquifoliaceae*) közül a díszcserje gyanánt tenyésztett téli magyal (*Ilex aquifolium*) Arad megyében vadon is előfordul. A *Celastraceae* családot hazánkban a kecskerágó (*Evonymus*) génusz fajai képviselik; a *Staphyleaceae* család fajai közül pedig a dudafürt (*St. pinnata*) említhető. Ide tartoz-

nak a juharfélék (*Aceraceae*), a lógesztenyefélék (*Hippocastanaceae*), továbbá mások mellett a *Balsaminaceae*. A juhar-félék több faja tenyészik erdőinkben; a lógesztenye (*Aesculus hippocastanum*) pedig általánosan ismert díszfa, mely a Földközi tenger keleti környékéről származik. Az utolsónak nevezett családból említhető a szép termetű és virágú nebántsvirág (*Impatiens noli tangere*), melynek termései érintésre hirtelen pattannak fel.

24. rend. *Bengefélék (Rhamnales)*. Virágaik 4—5 tagúak, sugarasak és csak egy porzókörük van. Porzóik a szíromlevelek előtt állanak. Fák és cserjék tartoznak ide. A bengefélék (*Rhamnaceae*) családjából a benge (*Rhamnus*) számos faja tenyészik erdőinkben, cserjéseinkben. A szőlőfélék (*Vitaceae*) családjából a bortermő szőlő (*Vitis vinifera*) számos fajtáját tenyésztik; őshonos Dél-Európában, Észak-Afrikában és Ázsiában. A Krim félsziget déli lejtőin törzse az 1·5 m területet is eléri. A Kaukázusban vadon élő fajváltozatai: α) *anebophylla*, β) *trichophylla*. A szőlőt már az egyiptomiak termesztették. A *V. vinifera*-n kívül az északamerikai *V. labrusca*, *V. aestivalis* és *V. rotundifolia* a nevezetesebb fajok, melyek számos fajtáját tenyésztik.

25. rend. *Mályvafélék (Malvales)*. Jellemző sajátosságuk, hogy egyik porzókörük, rendszeren a külsőelsatnyult, a másik pedig megszaporodott; virágaik öttagúak, többnyire kétivarúak. A hársfélék (*Tiliaceae*) családjából nevezetesek a nagylevelű hárs (*T. platyphyllos*) és a kislevelű hárs (*T. cordata*), melyek erdeinkben nem ritkák; továbbá az ezüstlevelű hárs (*T. tomentosa*), mely hazánk középső és déli részeiben tenyészik. Szép termetük és illatos virágaik miatt kedvelt díszfák; igen magas kort érnek el. Az előbbi két fajnak Európában számos oly példánya ismeretes, amelynek korát 1000 évre becsülik. Virágjukat a gyógyászatban, hánscukat kötözésre használják. A mályvafélék (*Malvaceae*) családjából említhetők: a ziliz (*Althaea*), a mályva (*Malva*), varjumák (*Hibiscus*) és a trópusokon növő pamutcsereje-fajok (*Gossypium*), melyek maghéjának szőrözete a pamutot szolgáltatja. A *Sterculiaceae* családba számos, trópusi, hasznos növény, mint pl. a kakaofa (*Theobroma cacao*) és más tartozik.

26. rend. *Parietales*. Számos oly család van összegyűjtve ebbe a rendbe, amelynek rendszertani helyzete kétséges. Egy részük, különösen az előbbieken leírt sokmagvúak és mákfélék rendjével állhat összefüggésben, de másokkal is. Nagyrészt trópusi és szubtrópusi növények. A teafélék családjának (*Theaceae*) nevezetes faja a kínai teacserje (*Thea chinensis*), melyet ősidőktől fogva kultiválnak. A tamariskafélék (*Tamaricaceae*) családjához tartozik a Földközi tenger környékén honos tamariska (*Tamarix gallica*), — mint díszcserje kedvelt; rokona a csermelyciprus (*Myricaria germanica*), mely keleti és északi vidékeinken honos. A *Cistaceae* családból a tetemtoldó (*Helianthemum*), a viola-



517. ábra. Sárga viola
(*Viola lutea*). (Eredeti kép.)



518. ábra. Opunciák a budapesti botanikai kertben. (Eredeti felvétel.)

félék (*Violaceae*) közül a szagos ibolya (*Viola odorata*), az árvácska (*Viola tricolor*), a hegyi tájainkon növény sárga viola (*Viola lutea*, 517. ábra) és más violafajok említhetők, mint nálunk honosak. A forróföldövi *Begoniaceae* család számos fajtát a kertészek tenyésztik szép levelükért és virágjukért. Ezeken kívül még számos más család tartozik e rendbe.

27. rend. *Opunciafélék* (*Opuntiales*). Többnyire húsos szárú, levéltelen, szukkulens növények, amelyek a forróföldövi tájak száraz sivatagjain, köves szirtjein tenyésznek; nálunk különös alakjuk és szép, nagy virágjuk miatt számos fajuk kedvelt dísznövény. Egyetlen nagy családot sorozunk ide, a kaktuszfélék (*Cactaceae*) családját, melybe az apró, levélalakú vagy gömbölyded termetűektől kezdve, a hatalmas termetű, faalakú fajokig, a legváltozatosabb alakúak fordulnak elő. Ismert, jellemző alakúak az opunciák (*Opuntia*, 518. ábra), melyeknek ízelt, lapos, tövises száruk van; virágaik kétivarúak. A *Cereus* és *Echinocactus* vastag szára hosszanti bordákkal bír. Az *Opuntia ficus indica* (mediterrán) és más fajok termését eszik.

28. rend. *Mirtusvirágúak* (*Myrtiflorae*). Fák, cserjék és kisebb számmal dudvanemű növények tartoznak ebbe a rendbe, amelyeknek virágai kétivarúak, 4 vagy 5 tagúak. Az ide sorozott számos család közül említhetjük a farkasboroszlánfélék (*Thymelaeaceae*) családját, melynek génuszai közül honosak nálunk a farkasboroszlán (*Daphne*) fajtái (16. melléklet), — továbbá az ezüstfafélék (*Eleagnaceae*), a füzenyfélék (*Lythraceae*) és a mirtus-félék (*Myrtaceae*) családját. Utóbbihoz tartozik a Földközi tenger környékén honos közönséges mirtuscserje (*Myrtus communis*) és az Ausztráliában honos, óriássá megnövő *Eucalyptus*-fák. Utóbbiak között az *E. globulus* és *E. amygdalina*, 150 m magasságot és 30 méter törzskerületet elérve, a legnagyobb faóriások. Nevezetesekek heterophylliájukról is. Fájuk értékes. Mint díszfákat melegebb tájakon, így Olaszországban is gyakran ültetik; sok helyen mocsaras területeken, ezek kiszáritása céljából telepítették meg. Az *Oenotheraceae* családból állóvizeinkben honos a sulyom (*Trapa natans*); erdős tájainkon gyakoriak a füziike-fajok (*Epilobium*). A lilaszín piros virágaival feltűnő keskenylevelű füziike (*E. angustifolium*) néhol a vágásokat, irtásokat nagy területeken tömötten lepi el. Ide tartozik



17. DAPHNE ARBUSCULA

Az Athenaeum r.-t. nyomása.

a murányi mészkősziklákon; töve mellett két terméshes Primula auricula.
(Eredeti kép.)



az árnyas erdőkben növe varázslófű (*Circaea lutetiana*) és az Észak-Amerikából hozzánk származott ligetszépe (*Oenothera*, 519. ábra) A *Halorrhagidaceae* családból való a süllőhínár (*Myriophyllum*) és mások.

29. rend. *Ernyősvirágzatúak* (*Umbelliflorae*). Virágjaik rendszeren 4—5 tagúak, többnyire hímzősek; a virágtakaró pártá és csészéből áll. Virágzatuk többnyire összetett ernyő. Az *Araliaceae* család a trópusok alatt van elterjedve; fajai közül nálunk csak a repkényborostyán (*Hedera helix*) fordul elő. Az ernyősek (*Umbelliferae*) családja rendkívül kiterjedt; számos nemzete tenyészik nálunk; általában túlnyomóan az északi félgömb növényei. Nálunk is előforduló nemzetei közül a következők említhetők: iringó (*Eryngium*), zápóca (*Astrantia*), baraboly (*Chaerophyllum*), turbolya (*Anthriscus*), bürök (*Conium*), buvákfü (*Bupleurum*), csomorika (*Cicuta*), kömény (*Carum*), podagrafü (*Aegopodium*), *Pimpinella*, gurgolya (*Seseli*), husáng (*Ferula*), vad kömény (*Peucedanum*), medvetalp (*Heracleum*), magtaraj (*Tordylium*), murok (*Daucus*) stb., amelyek egyrésze hasznavehetetlen, sőt egyesek mérgesek, másrésze azonban a gyógyászatban és mint konyhafűszer vagy más kerti vetemény hasznos. Nálunk a koriándrom (*Coriandrum sativum*), petrezselyem (*Petroselinum sativum*), ánizs (*Pimpinella anisum*), édes kömény (*Foeniculum vulgare*), zeller (*Apium graveolens*) tenyésztett növények. A somfélék (*Cornaceae*) családjából való a gyümölcséről ismert közönséges som (*Cornus mas*).

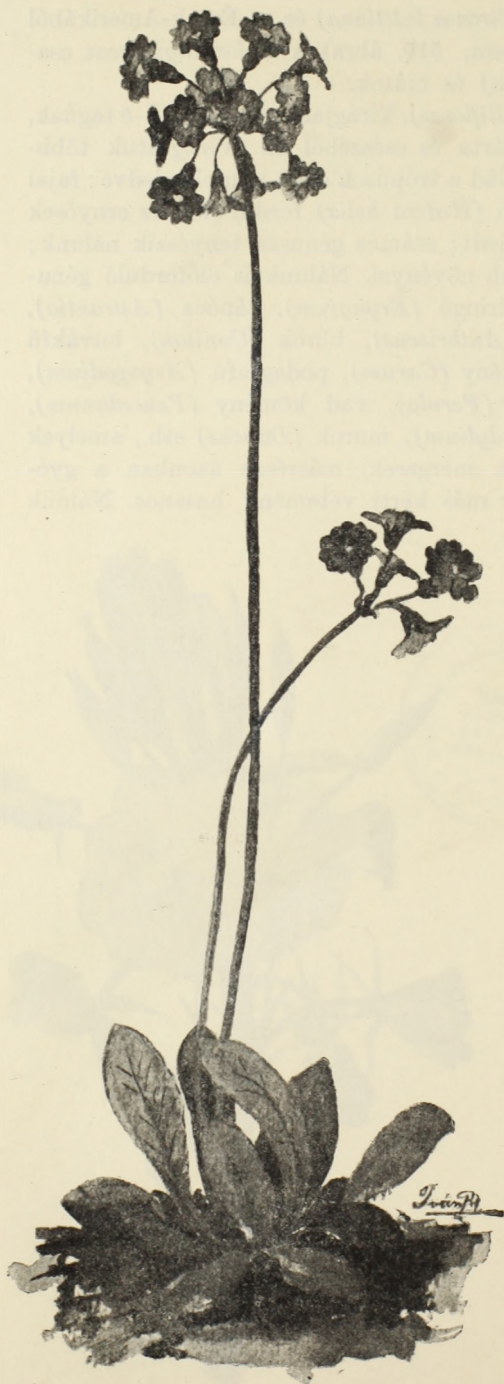
2. alosztály. Forrtszirmúak (*Metachlamydeae*).

Virágaikban a szirmlevelek egymással többnyire összenőttek.

A) *Ötkörös virágúak*. 1. rend. *Hanga-félék* (*Ericales*). Cserjék és dudvanemű növények tartoznak ide, melyeknek virágai 4—5 tagúak; porzóik a szirmlevelekkel nincsenek összenőve és ezekkel nem váltakoznak, hanem a külső porzókör porzóit a szirmlevelek előtt állanak (obdiplostemon). Ide tartozik a körtikefélék (*Pirolaceae*) családja, melyből a körtike (*Pirola*) és *Chimophila* nemzete néhány faj, valamint az élősködő fenyőspárga (*Monotropa hypopitys*) fordul elő nálunk. A hanga-félék (*Ericaceae*) családjából való a hegységeink tözeges lágjain nem ritka mocsári molyüző (*Ledum palustre*), a tözeg-



• 519. ábra. *Oenothera biennis*. (Eredeti kép.)

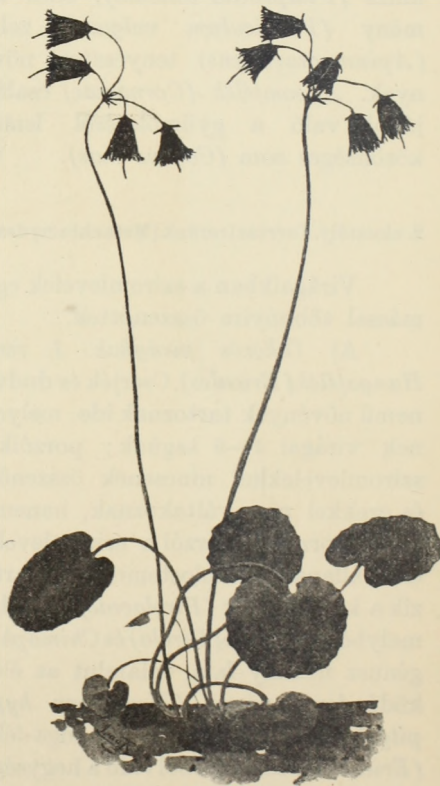


520. ábra. Lisztes kankalin (*Primula farinosa*).
(Eredeti kép.)

rozmaring (*Andromeda polifolia*), a havasi rózsa (*Rhododendron*) génusznak fajai közül a keleti havasainkon a *R. myrtifolium* fordul elő itt-ott. Hegyvidékeinken nagy mennyiségben tenyésznek az áfonyafajok, különösen a fekete áfonya (*Vaccinium myrtillus*) és a vörös áfonya (*V. vitis idaea*); nemkülönben gyakori a közönséges avarhanga (*Calluna vulgaris*) is.

2. rend. Kankalinfélék (*Primulales*). Többnyire a szirmlevelekhez nőtt, egyetlen (belső) porzókörük van; virágképletük rendszerint: $K\ 5, C\ (5), A\ 5, G\ (5)$.

Családjai túlnyomóan a melegebb tájakon vannak elterjedve, reánk legfontosabb a kankalinfélék



521. ábra. Bérei harangrojt (*Soldanella montana*). (Eredeti kép.)

(*Primulaceae*) családja. Ennek legnagyobb génusza a kankalin (*Primula*), amely nálunk is számos fajjal van képviselve (520. ábra, és 6. melléklet). Ide tartoznak továbbá az *Androsace*, *Soldanella* (521. ábra), *Lysimachia*, *Trientalis*, *Anagallis*, *Cyclamen* génuszok. A *Plumbaginaceae* családból való a szíki saláta (*Statice Gmelini*), amely még más *Statice*-fajokkal (*S. cancellata* és *S. tatarica*) együtt szíkes területeinken nő.

3. rend. Ébenfafélék (*Ebenales*). Trópusi fás növények, amelyek közül a *Diospyros* génusz fajai az ébenfát, a *Styrax*-fajok a sztirax- és benzoé-gyantát, a *Paysonia* fajok a guttaperkát szolgáltatják.

B) Négykörös virágúak. 4. rend. Sodortszirmúak (*Contortae*). Virágaik többnyire öttagúak, magházuk felsőállású, két termőlevélből áll, porzóik a pár-



522. ábra. Kántábri szulák (*Convolvulus cantabricus*). (Eredeti kép)

tához vannak növe és az utóbbiak a rügyben többnyire összesodrottak. Fák, cserjék és dudvanemű növények. Az olajfa-félék (*Oleaceae*) családjába tartozók: a kőris (*Fraxinus*), forsitia (*Forsythia*), orgonafa (*Syringa*), olajfa (*Olea*), fagyal (*Ligustrum*). A tárnicsfélék (*Gentianaceae*) családjából kedvelt, szép virágú növények a tárnics (*Gentiana*) génusz fajai, melyek különösen a havasi flóra díszei. Ide tartozik a *Swertia*, ezerjófű (*Erythraea*), *Chlora*, vidrafű (*Menyanthes*), tündérfátyol (*Limnanthemum*) stb. Az *Apocynaceae* családból az örökzöld (*Vinca*) fajok és a Földközi tenger környékén honos, nálunk is ültetett oleánder (*Nerium oleander*) említhetők. Ehhez, valamint az *Asclepiadaceae* családhoz is túlnyomóan trópusi növények tartoznak. Az utóbbi- ból nálunk az orvosi méregölő (*Cynanchum Vincetoxicum*) közönséges.

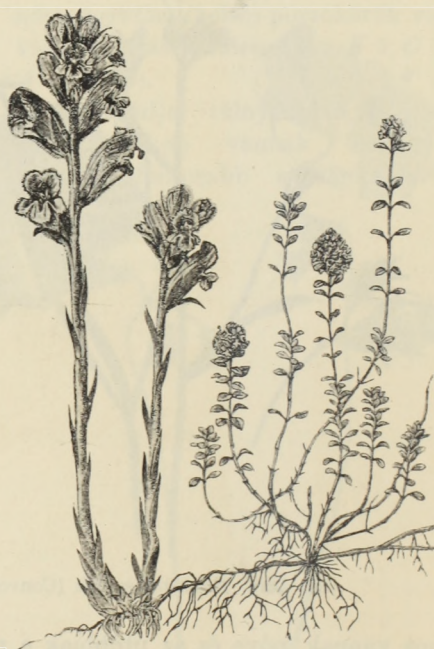
5. rend. Csövesvirágúak (*Tubiflorae*). Ezt a rendet három rendre is szokták bontani, nevezetesen a csövesvirágúak (*Tubiflorae*), ajakosak (*Labiatae*) és

a *Personatae* rendjére. Habár ez a felosztás eléggé jellemző alkotású csoportokat választ el egymástól, az átmenetek mégis oly fokozatosak, hogy azok egybefoglalhatók, annál is inkább, mert rendszertani szempontokból a fősúly úgy sem a rendekre, hanem a családokra esik. — A szulákfélék (*Convolvulaceae*) családját a 4—5 tagú, sugaras virág jellemzi, melyen a szirmok tölcserré nővék össze. Dudvaneműek vagy cserjék, ritkán fák; számos fajuk kúszónövény. Ide

tartozik a szulák (*Convolvulus*, 522. ábra) és a *Calystegia*, valamint az aranka (*Cuscuta*). Az utóbbi génusznak fajai különféle növényeken, u. m. lóherén, lenen, fűzcserjéken, csalánon stb. élősködnek és ezeket el is pusztítják. Termesztett növényeinkre tehát



523 ábra. *Onosma arenarium*.
(Eredeti kép.)



524. ábra. *Orobanche alba* a *Thymus*
gyökerén. (Smalian.)

káros, különösen pedig a lóherére veszedelmes. A *Polemoniaceae* családból említhető a hegyvidékeinken honos *Polemonium*. Számos génusza tenyészik nálunk a borrágófélék (*Borraginaceae*) családjának; ilyen a nadálytő (*Symphytum*), atracél (*Anchusa*), *Pulmonaria*, *Alkanna* (493. ábra), a nefelejts (*Myosotis*), kőmag (*Lithospermum*), vértő (*Onosma*, 523. ábra) szeplőlapu (*Cerithe*), *Echium*, stb.

Az ajakosak (*Labiatae*) családját jellemzi az erősen dorziventrális, ajakos virág, melynek felső ajkán két, alsó ajkán három karély van. Száruk többnyire négyélű, leveleik pálhátlanok, egyszerűek, keresztben átellenesek. Mirigyszőreik

többnyire illatos anyagot tartalmaznak. Porzóik száma többnyire négy: kettő rövidebb, kettő hosszabb. Magházuk két, mélyen barázdált termőlevélből áll; a bibe szála pedig közéjük van beékelve. Mintegy 3000 faja van e családnak, melyek részben a forró, részben a mérsékelt földövön vannak elter-



525. ábra. Boglyas zanót (*Cytisus austriacus*). Mellette két szál Orobanche. (Eredeti kép.)

jedve. A nálunk honos és tenyésztett génuszok közül említhetők: *Ajuga*, gamandor (*Teucrium*), rozmarin (*Rosmarinus*), amely a levendulával (*Lavendula*) egyetemben mediterrán növény, nálunk kertekben ültetik; továbbá a pemete (*Marrubium*), repkény (*Glechoma*), *Nepeta*, mézfű (*Melittis*), árvacsalán (*Lamium*), *Galeopsis*, tisztesfű (*Stachys*), zsálya (*Salvia*), *Calamintha*, *Satureja*, majorána (*Origanum*), kakukfű (*Thymus* 524. ábra), ménta (*Mentha*) és mások.

Egyik terjedelmes és fontos családja ennek a rendnek a burgonyafélék (*Solanaceae*) családja. Virágképletük: $K\ 5, C\ (5), A\ 5, G\ (2)$; vastag placéntájukon számos magrügy van; termésük bogyó vagy tok. Nagyrészt dudvaneműek és kisebb számmal cserjék tartoznak ide, melyek között számos mérges növény van. Ide tartoznak: a maszlagos nadragulya (*Atropa belladonna*), a



526. ábra. Buphthalmum speciosum. (Telekia speciosa). (Eredeti kép.)

beléndek (*Hyoscyamus niger*) és a paprika (*Capsicum*), amely Amerikából származik. A burgonya (*Solanum tuberosum*) Chile és Bolíviában, a Kordillerákban tenyészik vadon. A XVI. században vitték be Észak-Amerikába és innen jutott 1584—1586. években Európába. Közele rokona a Peruból származó paradicsom (*S. lycopersicum*); nálunk honos a fekete és a piros ebszőlő (*S. nigrum* és *dulcamara*). Mérges gyomnövényünk a maszlag (*Datura stramonium*). A dohány

(*Nicotiana tabacum*) Dél-Amerikából származik, *Nicot* francia követ 1560-ban hozta Európába.

A *Scrophulariaceae* családból nevezetesebb génuszok: az ökörfarkkóró (*Verbascum*), oroszlánszáj (*Antirrhinum*), gyujtovány (*Linaria*), *Scrophularia*, *Gratiola*, gyűszüvirág (*Digitalis*), *Euphrasia*, kakastaréj (*Pedicularis*), csormolya (*Melampyrum*), az élősködő *Lathraea* és mások. A trombitafafélék (*Bignoniaceae*) családjából kedvelt díszfa a trombitafa (*Catalpa bignonioides*). A szádor-félék családjából (*Orobanchaceae*) a szádor (*Orobanche*, 524., 525. ábra) génusznak számos faja fordul elő nálunk. A nagy szádor (*O. major*) szamárenyén (*Echinops*) és buzavirág-fajokon, a dohányfojtó szádor (*Orobanche ramosa*) dohányon és kenderen élősködik. A *Lentibulariaceae* családból a rowarevő *Pinguicula* és *Utricularia* fordulnak elő nálunk, az előbbi a hegyvidéki vize nyős réteken, az utóbbi állóvizeinkben; a *Globulariaceae* családból pedig a bojtvirág (*Globularia*) fajai tenyésznek nálunk.

6. rend. Útifüfélék. (*Plantaginales*). Virágaik négytagúak, többnyire dudvanemű növények.

Ide tartoznak az útifű (*Plantago*) génusz fajai.

7. rend. Buzérfélék (*Rubiales*). Többnyire át-

ellenes levelű, alsóállású maghonú növények, melyek 4—5 tagú virágaiban a porzók a pártához nőnek. — A buzérfélék (*Rubiaceae*) családjába tartozik a kávécserje (*Coffea arabica*), melyet a trópusokon és különösen Braziliában termesztnek; továbbá a nálunk honos szagos müge (*Asperula odorata*) és a kásafű (*Galium*). A bodzafélék (*Caprifoliaceae*) családjába számos cserjefajunk tartozik. Ilyenek a bodza-fajok (*Sambucus*), az ostormén (*Viburnum lantana*) és a kányafa (*V. opulus*), melynek meddő virágú, kerti változata a labdarózsa (*V. roseum*); továbbá a lonc (*Lonicera*). Az *Adoxaceae* családból a pézsmavirág (*Adoxa moschatellina*), a *Valerianaceae* családból a macskagyökér (*Valeriana*) és a galambbegy (*Valerianella*) fordulnak elő nálunk.



527. ábra. Balról a közönséges szalmavirág (*Xeranthemum annuum*). Jobbról a csöves szalmavirág (*X. cylindraceum*). (Eredeti kép.)

528. ábra. Puha bogáncs (*Jurinea mollis*). (Eredeti kép.)

A *Dipsacaceae* családból a *Dipsacus*, *Scabiosa*, *Knautia*, *Cephalaria*, *Succisa* génuszok említhetők.

8. rend. *Harangvirágfélék (Campanulatae)*. Viráguk öttagú, magházuk alsóállású; többnyire dudvaneműek, ritkán cserjék. A tökfélék (*Cucurbitaceae*) virága többnyire egyivarú, virágtengelye kehelyszerűen kiszélesedő, a pártá és a csésze alul összenővők. Kúszónövények. Ide tartozik a Dél-Afrikából származó görögdinnye (*Citrullus vulgaris*), az Ázsiában és Afrikában honos sárgadinnye (*Cucumis melo*), a Kelet-Indiából származó ugorka (*C. sativus*) és az Észak-Amerikában honos tök (*Cucurbita pepo*). A harangvirágfélék (*Campanulaceae*) családjából ismert és kedvelt virágú növények a harangvirág (*Campanula*) fajok. Ide tartozik a raponca (*Phyteuma*) génusz is.

A fészkes virágzatúak (*Compositae*) családját külön rendbe (*Aggregatae*) is szokták foglalni. Közvetlenül csatlakozik az előbbi családokhoz, ámbár a fészkes virágzat feltűnő és jellemző sajátága. Virágai hímnősek vagy egyivarúak, öttagúak; porzólevelei a szíromhoz nőttek, portokjai gyakran csőszerűen összenőttek; magháza alsóállású. Fészkes virágait közös involucrum veszi körül. Az egyes virágocskák csészéjét szőr-, serte- vagy pikkelyszerű bóbíta (pappus) helyettesíti. A fészek szélső virágainak pártája, külső oldalán, gyakran nyelvalakúan megnyult, és e virágocskák a fészeket sugarak módjára veszik körül (526., 527. ábrák). Sok esetben a fészek minden virágocskája ilyen (*Liguliflorae*). A fészkes virágúak testében a tartalék keményítőt inulin helyettesíti. Mintegy 12.000 fajuk ismeretes a Föld minden részéről.

A) *Csővesvirágúak (Tubuliflorae)*. Az ide tartozók közül említhetők: a vízi kender (*Eupatorium*), istápfű (*Solidago*), százszorszép (*Bellis*), gerepcsin (*Aster*), küllőrojt (*Erigeron*), szöszvirág (*Filago*), parlagi gyopár (*Antennaria*), havasi gyopár (*Leontopodium*), *Gnaphalium*, *Helichrysum*, *Inula*, muszka- vagy szerbtövis (*Xanthium*). Ide tartozik a nálunk endemikus, keleti és déli vidékeinken honos *Buphthalmum speciosum* (*Telekia speciosa*, 526. ábra). A napraforgó (*Helianthus*) génusz fajai közül vetik nálunk a Mexikóból származó közönséges napraforgót (*H. annuus*). Itt említendőek továbbá a *Bidens*, a ruderalis *Gallin-soga*, továbbá *Anthemis*, cickafark (*Achillea*), székfű (*Matricaria*), *Chrysanthemum*, üröm (*Artemisia*), szattyu (*Tussilago*), marti lapu (*Petasites*), *Arnica*, *Senecio*, szalmavirág (*Xeranthemum* 527. ábra), tövisrózsa (*Carlina*), bogáncs (*Carduus*), *Cirsium*, *Onopordon*, *Jurinea* (528. ábra) stb.

B) *Nyelvesvirágúak (Liguliflorae)*. E csoportban említhetők a következő génuszok: cikória (*Cichorium*), zörgőfű (*Crepis*), *Hieracium*, *Hypochaeris*, a pitypang (*Taraxacum*), saláta (*Lactuca*), *Mulgedium*, *Sonchus*, bakszakál (*Tragopogon*), *Scorzonera* és mások.




ÁLLATORSZÁG



BASEN ARPAD

ALBATORZ

AZ ÁLLATTAN FELADATA, ÁGAZATAI ÉS TÖRTÉNETE.

Z ÁLLATTANNAK (zoológia), a biológiai tudományok azon részének, mely az állatokat a bűvárkodás összes módszereinek alkalmazásával minden irányban tanulmányozza s tanulmányozásának eredményeit rendszeresen összefoglalja, *célja* az állatok *teljes megismerése*. E megismerésnek, mint a szellemi törekvés minden más területén, megvannak a maga korlátai, amelyek, mint a vándor szemhatára, az előrehaladással lépést tartva, egyre távolabbra húzódnak ugyan, de végképp el nem tűnhetnek ; mert minden megfejtett probléma, minden megoldott kérdés újakat támaszt s minden időre állani fog *Linné* mondása : »Az, amit tudunk, csak kis része annak, amit nem tudunk«. (*Ea, quae scimus, sunt pars minor eorum, quae ignoramus.*) Az állatok teljes megismerése tehát csak *ideális* cél ; az állattannak *reális feladatát* e cél lehető megközelítése, *tartalmát* pedig az ismeretek időszerinti állása teszi.

Az élőlények három fő tulajdonsága szólítja tanulmányozásra a bűvárszellemet. E három tulajdonság az *alak*, az *élet* és az *anyag minősége*. Ehhez képest az állattani bűvárlatok is három fő irányt követnek : az *alaktanit*, az *élettanit* és *kémiait*, amely bűvárlati irányok eredményei nem külön-külön, hanem csak együttesen alkotják az állatokról szóló tudományt.

Az *alaktan* (*morfológia*) az állati test és testrészek külső és belső alak- és szerkezetbeli viszonyait tanulmányozza s a bűvárlati adatokra s ezeknek összehasonlítására, egybevetésére támaszkodva igyekszik megállapítani az alakulás általános és speciális törvényeit.

Az alaktan az állatok külsejének alakbeli viszonyaiból indul ki. Elsősorban az állatok egyéneinek alaki viszonyait (*állategyénekről* szóló *tan*, *prosopológia*) vizsgálja s megállapítja az egyének alaktani értékét (egysejtű, soksejtű, azaz szövetekből összetett, egyenként külön élő és telepekbe egyesült egyének stb.). Továbbá az alakok egybevetése s összehasonlítása alapján megállapítja az állati test alapszabását, melyet egyszerű geometriai alapalakokra igyekszik visszavezetni (*alapalaktan*, *promorfológia*). Ezeken kívül megvizsgálja az állatok testét

ellenesrészekből (antimerák) és egymásutáni részek- vagy *szelvényekből (metamerák)* való összetétele, illetőleg ennek hiánya szerint, mint amely viszonyok az állati test arányosságára, egynevű szerveinek számára s elhelyeződésére s általában az egész szervezet architektonikájára irányító hatással vannak (*antimerológia, metamerológia*). Végül pedig a finomabb részletekre kiterjedő pontossággal tanulmányozza mindazt, ami az állati test külsején megfigyelhető. Ezen meghatározás szerint ez a szűkebb értelemben vett külső alaktan tehát nem csupán a szorosan vett alakbeli viszonyokra szorítkozik, hanem tekintetbe veszi mindazt, ami az állat külsején észrevehető, pl. a külső testrészek összeállását, színét stb.

Az állatok külső alaktanával kiválólag a leíró állattan (*zoográfia*), helyesebben *állatleírás, állatrajz* s ennek az egyes állatcsoportokra szorítkozó speciális ágai (*ornitho-, malaco-, entomográfia* stb.) foglalkoznak, amelyek a fajokat lehetőleg külső alaktani bélyegeik, külső ismertető jegyeik szerint írják le s osztják be a rendszerbe. De nem hanyagolhatja azt el az állattannak bármely művelője sem, és pedig nem azért, mintha az állattan bizonyos területeit a külső alakbeli viszonyok minuciózus részleteinek ismerete nélkül nem lehetne sikeresen művelni, hanem azért, mert — akárhogy hangozzék is kinek-kinek felfogása a fajok értékéről — a fajok azok az egységek, amelyek minden állattani tanulmányozásnak tulajdonképi tárgyai és szükségképi kiindulópontjai.

Az állati szervezet megértésére a külső alakbeli viszonyoknál sokkal fontosabbak a belsők, melyeknek ismerete nélkül a külső morfológiai részletek jóformán csak érdekes, de érthetetlen tudnivalók. Az állati test belső részeinek alakbeli viszonyait, amelyekhez legtöbb esetben csak a boncolókés alkalmazásával jutunk, a *bonctan (anatómia)* — az *emberanatómiával (anthropotómia)* szemben az *állatanatómia (zootómia)* — tanulmányozza, mely nem szorítkozik a pusztá szemmel kivehető részletekre, hanem mikroszkóppal élesített látással behatol a legfinomabb szerkezetbe is; az anatómiának ez a része a *mikroszkópiai anatómia* (szemben a *makroszkópiával*), vagy *szövettan (hisztológia)*. De a megismerésre való törekvés azzal sem éri és nem érheti be, hogy különböző állatokon végzett anatómiai vizsgálatok eredményeit egyszerűen leírja és adatgyűjteménnyé halmozza fel, hanem gondos összehasonlítások alapján megállapítja a testrészek alaktani azonosságát (*homológiáját*) s a rokonsági kapcsolatban levő állatok sorozatában lépésről lépésre követi a homológ részek módosulását; végül pedig az indukció útján szerzett tapasztalati adatokból deduktív úton általános értékű következtetéseket von le. Ebben az irányban halad és végezi bűvárlatait az *összehasonlító anatómia (a. comparativa)*, mely az analitikus módszert követő leíró anatómiával szemben szintetikai módszerrel él s az empirikus adatokat tudományosan feldolgozza; mert a pusztá adatok, legyenek azok egyenként bármennyire érdekesek, összességökben pedig bármily nagytömegűek, csak nyers adathalmaz, mely, mint ilyen, magában még nem tudomány: csak az egyes vizsgálati adatok, az egyes jelenségek között levő törvényszerű összefüggés kiderítése, megállapítása és rendszerbe foglalása emeli az ismeretet a megismerés, a tudást a tudomány magas fokára.

Ami az anatómiai adatok tudományos feldolgozásáról áll, ugyanaz érvényes az állattan minden más területén elért vizsgálati eredmények feldolgozására is:

az indukciót is dedukciónak, az analízist szintézisnek kell követnie, mert e kettő nem külön-külön, hanem, mint a be- és kilélekzés, csak együtt teszik a tudomány életét (*Goethe*).

Az állatok külső és belső alakbeli viszonyaival foglalkozó morfológiának fontos kiegészítő része az *egyénfejlődéstan* (*ontogénia*), mely a morfológia valamennyi eszközeinek s módszereinek felhasználásával és alkalmazásával tanulmányozza az állatokat életük minden fázisán.

Az ontogénia adatainak összegezésében és feldolgozásában ugyanazt az analitikai és szintetikai eljárást követi, mint az anatómia (*leíró és összehasonlító ontogénia*).*

Az állatoknak lehetőleg tökéletes megismerésére nélkülözhetetlen a föld korábbi szakjaiból megmaradt állatmaradványok ismerete; ezeknek morfológiai viszonyaival foglalkozik az *öslénytannak* (*paleontológia*) ama része, mely az ősszállatokat tanulmányozza (*ősszállattan, paleozoológia*).

Az élő és kihalt állatok morfológiai ismeretén alapszik az állatok *törzsfajlódéstan*a (*filogénia*) és *rendszertana* (*szisztematika*). Mindkét tudományág az összehasonlító morfológia adataiból indul ki s a morfológiai rokonságra támaszkodva állapítja meg tételeit. A filogénia e rokonsági viszonyok alapján az állatcsoportok (állattörzsek) genealógiáját iparkodik kibonyolítani és megállapítani. A rendszertan pedig szintén a rokonsági viszonyok ismeretén építi fel az állatok rendszerét, azaz az állatoknak természetes csoportokba való beosztását. Világos, hogy rokonságra alapított, azaz valóban természetes rendszer csak egy lehetséges, valamint az is, hogy ez a rendszer nem lehet más, mint genealógiai, filogéniai rendszer. De másfelől az is könnyen érthető, hogy minden kategóriájában biztos alapon álló filogéniai rendszer ismereteink hézagosságánál fogva csak meg-megközelíthető, de teljesen el nem érhető.

Az állattani bűvárlatoknak másik főiránya az *élettan*. Az *élettan* (*fiziológia, állatélettan, zoofiziológia*, szemben a *növényélettannal, fitofiziológia*), az állati szervezet pontos ismeretére támaszkodva, az állatok élettüneményeit és szerveiknek működését tanulmányozza. Régebben az életet csupán az élőlényekben tevékeny külön erő, az *életerő* (*vis vitalis*) nyilvánulásának tartották, s e feltevéssel az élettünemények megmagyarázásáról már eleve lemondottak. Az újabb élettan, mely egyre több és több oly élettüneményt magyaráz meg fizikai és kémiai alapon, melynek okát adni annak előtte nem tudta, a misztikus életerő hipotézisét — mint tarthatatlant — a tudományból végképp kiküszöbölte s céljául tekinti és feladatának tartja az összes élettüneményeket fizikai és kémiai, tehát ugyanazon folyamatokra visszavezetni, amelyek az élettelen testek változásainak is okozói és létrehozói: azaz a mai élettan nem szorítkozik

* A fejlődést *embriológiának* is nevezik; az embriológia azonban szoros és szó szerinti értelemben a fejlődésnek csak ama szakjaival foglalkozik, melyeket a fejlődő állat a peteburokban — esetleg az anya testében — elrejtve fut meg, a születés utáni gyakran igen feltűnő változásokat ellenben figyelmen kívül hagyja, illetőleg az ú. n. posztembrionális fejlődést az *átalakulás tanára* (*metamorfológia*) bízta s ezért helyesebb a *Haeckel* ajánlotta tágabb értelmű ontogénia kifejezés, mint amely a szorosabb értelemben vett embriológiát s metamorfológiát egyaránt magában foglalja.

az élet bonyolódott tüneténeinek pusztá megfigyelésére, hanem az azokat létrehozó fizikai és kémiai törvényeket kiderítve, a tüneteknek magyarázatát is adja.

Az állatok külvilágához való viszonyának élettanával a *háztartástan* vagy *élelmódtan* (*oekológia*) foglalkozik, mely az állatok életfeltételeit, élet-, táplálkozás-, tenyésztés-, párzás- és szaporodásmódját, háztartási vagy egyéb szokásait, tartózkodóhelyét, esetleg vándorlásait, szerepét a természet háztartásában stb., szóval egész élettörténetét tanulmányozza.*

Az oekológiához, melynek oly kiterjedt a munkaköre, szorosan fűződik s tőle csak nehezen választható el két diszciplína: az *állatlélektan* (*zoopszichológia*) és a *lakhelytan* vagy az *állatok elterjedéstana* (*chorológia*). Az állatok szokásai, erkölcei s általában mindama szellemi működései (éberség, óvatosság, furfang, ravaszság, vakmerőség, harci és vadászati taktika s az ú. n. ösztönök, műöszton, társasöszton stb.), amelyek a létért való küzdelemben érvényesülnek, voltaképpen az élettani pszichológia területére tartoznak. Egészen más irány felől, t. i. a tartózkodóhely (termőhely) kapcsán függ össze az oekológiával a *chorológia*, mely az állatok hely- és földrajzi elterjedését (*zoogeográfia*) s az elterjedésnek törvényeit tanulmányozza. Míg az állatpszichológia alapjait a távol jövő lehet csak hivatva lerakni, addig a chorológia az állattannak oly része, mely az utolsó évtizedek tervszerűen végzett, részben nagyszabású bűvárlatai alapján gyors lendülettel fejlődött.

Az állattani bűvárlatok harmadik főiránya a *kémiai* irány, mely az állati test anyagait s az életműködések (lélekezés, emésztés, áthasonítás, el- és kiválasztás stb.) kémiai folyamatait tanulmányozza. Az *állatkémiának* (*zookémia*) speciális ága az ú. n. *mikrokémia*, mely az állati test mikroszkópiái elemeinek anyagait vizsgálja a kémia eszközeivel és módszereivel.

Mindez ágazatokhoz járul még a már fentebb említett *leíró* vagy *részletes állattan*, helyesebben *állatleírás* vagy *állatrajz* (*zoográfia*), melyet *szisztematikai állattannak* is szoktak nevezni, bár a rendszerrel csak annyiban van dolga, amennyiben a leírt állatot a rendszernek őt megillető helyére kell beiktatnia.**

* Az oekológiára szélteben használják a *biológia* kifejezést is, szűkebb értelmezést adva a biológiának, mely alatt tágabb értelemben az élőlényekkel foglalkozó tudományzakok összességét, tehát az egész állat- és növénytant értjük. Tekintetbe véve a biológiának ezen két-féle, szűkebb és tágabb értelemben való használatát s továbbá azt, hogy a biológiát itt-ott a morfológiával szemben az összes élettani diszciplínák megjelölésére is alkalmazzák, félreértések elkerülése végett, a *Haeckeltől* származó *oekológia* kifejezés elfogadása nagyon ajánlatosnak látszik.

** Az állatokkal foglalkozó tudományágak összességének egyes részei mai nap magok is nagyterjedelmű tudománykörök, amelyek az állattantól függetlenül és más tudományzakokkal kapcsolatban fejlődtek. Ez áll nevezetesen az élettanról, mely az orvosi tudományokkal, a paleozoológiáról, mely a geológiával és a zookémiáról, mely egyfelől az élettannal, másfelől pedig az organikus kémiával fejlődött. Az egész állattan nagy terjedelme nem engedi meg, hogy e szűk keretben mozgó munka az állatokkal minden irányban foglalkozzék s ez az oka annak, hogy az élettanból, zookémiából és paleontológiából, mint e mű keretén kívül álló külön tudományzakokból, csak annyit vesz át, amennyi a feldolgozott tételek megértésére mulhatatlanul szükséges.

Az állattannak ama részei, amelyek csak egyes rendszertani csoportokkal (pl. madarakkal, halakkal, rovarokkal stb.) foglalkoznak a magok körén belül, ugyanazon irányok szerint tanulmányozzák az állatokat, mint az egész állattan s csakis az ily terjedelemben mívelt részeket illeti jogosan a *madár-, hal-, rovar-tan* (*ornitho-, ichthio-, entomológia*) elnevezés.

A tiszta állattannal szemben az ú. n. *alkalmazott állattan* az állatokat az emberhez való viszonyuk, hasznos vagy káros voltuk szerint veszi figyelembe s a tiszta állattanból csak annyit értékesít s csak azt veszi át, ami speciális céljainak szempontjából szükséges. Alkalmazott állattan alatt értjük az *orvosi, gyógyszerési, ipari, kereskedelmi, mezőgazdasági, kertészeti, erdészeti, vadászati állattant* stb. Az állattan ezen részeinek speciális irányú bűvárlatai sok értékes adatot szolgáltatnak a tudományos állattannak, föltéve, hogy ez adatok az állattanban alaposan képzett, tehát megbízható bűvároktól származnak.

Az állattan *segéd-diszciplínái* az állatok *gyűjtésének, tenyésztésének, kikészítésének és konzerválásának technikája, az anatómiai és mikroszkópiai technika*; az irodalmi feldolgozásnak pedig segéd-diszciplínája a pontosan megállapított s szigorú következetességgel használt szabatos műkifejezéseket (terminus technicus) összefoglaló és magyarázó *orismológia*, szélteben használt hibrid-szóval *terminológia*.*

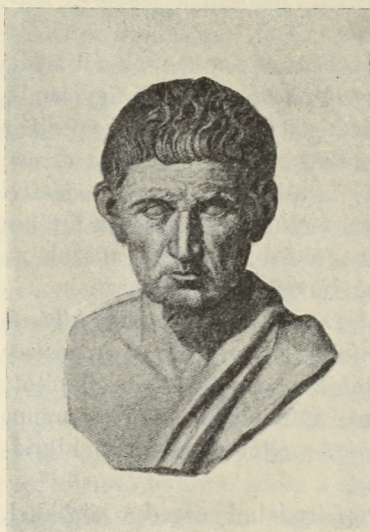
Az állattani tanulmányozás műhelye az irodalmi segédeszközökkel, tenyésztő készülékekkel, technikai szerszámokkal, konzerváló anyagokkal, optikai műszerekkel stb. kellően felszerelt s kísérletezésre berendezett laboratórium, a gyűjtemények, múzeumok, a csendes dolgozószoza s mindenekeelőtt a szabad természet, melynek írott könyve mindenki számára nyitva áll. — Ne lapozgassuk ezt a könyvet úgy, mint unatkozó gyermek a képeskönyvet s ne iparkodjunk sebtében szerzett, felületes benyomások alapján a természet titkait kitalálni, hanem tanuljuk meg előbb e könyv olvasását — s azután olvassuk!

* * *

Az emberiség legeszményibb törekvését, a megismerés útján való haladását, majd gyorsította, majd meg-megakasztotta, sőt hátra is vetette a művelődés különböző korszakainak általános eszmevilága, uralkodó szelleme, mely, valamint minden emberi intézményre, úgy a tudományos felfogásra is rányomja a maga bélyegét. A tudás fejlődésének ezen hullámszó menetéhez képest az állatélet megismerésére törekvő tudomány feladatát és célját is különbözőképpen fogták fel a különböző időkben. Egy futólagos pillantás a tudomány fejlődésére, mely voltaképen nem egyéb, mint az igazság keresésének küzdelme a tévedésekkel, a világosság harca a sötétséggel, meggyőző arról, hogy egészen más az állattan a görögöknél, más a rómaiaknál, más a középkor skolasztikusainál, más a renaissance idejében, más a XVIII. században s más a XIX. század első és második felében.

* Az orismológiát — különösen az entomológusok — más értelemben használják, s e néven az állatok külső testrészeinek ú. n. leíró, vagy szisztematikai morfológiáját értik.

A dolgok lényegét kereső görög bölcseleket első sorban nem az állatvilág részletes megismerése, hanem általános kozmológiai problémák érdekelték,



529. ábra. Aristoteles. (383—322 Kr. e.)

amelyek szükségképpen elvezették őket az élő világ keletkezésének kérdéséhez. S az ebben az irányban kifejtett, tisztán spekulatív alapon nyugvó hipotéziseik, kivált ha tudásunk, mai állásáról visszatekintve vesszük őket szemügyre, valóban meglepők. *Aristophanes* és *Anaximander* már az időszámításunkat megelőző VI. században tanították a fajoknak egymásból való származását. Minden élőnek a víz az anyja; vízben keletkeztek elsőben a legalsóbb élőlények, melyekből a felsőbbek származtak s végre az ember. *Heraklitos* és *Empedokles* (Kr. e. 500 körül) szerint új alakok keletkezésének a küzdelem a szülőoka: ἐρις πατὴρ παντὸς. — Ime, a görög bölcselek a létért való küzdelem tanával csaknem harmadfélezer évvel előzték meg *Darwint*!

A görögöknek az állatokról való pozitív ismereteit *Aristotelesnek* (384—322 Kr. e.) az állatok részeiről, nemzéséről és történetéről

szóló három munkája tartotta fenn. E művek az állattannak első alapmunkái; a tudomány csak akkor kezdett föllendülni, amikor a renaissance tudósai e munkák alapján folytatták az állatok tanulmányozását. *Aristoteles* (529. ábra) világosan látta, hogy az állattannak a célja és feladata: az állatélet megismerése. Az állatok történetét tárgyaló főmunkáról jogosan mondhatjuk, hogy írója előtt az a terv lebegett, hogy képet adjon az egész állatvilág életéről. E munka tényleg nem egyéb, mint az egész állatvilágnak tömérdek speciális ismereten alapuló biológiája, melynek koncipiálását az a nagyszerű eszme vezérelte, hogy az állatélet mindenségét, végtelen módosulataiban, mint a világ-egyetemnek részét, egységes képpé foglalja össze.

A rómaiak nem törődtek a természettudományok fejlesztésével. Legnagyobb természettudományi írójuk, *C. Plinius Secundus* († 76. Kr. u.), kedves elbeszélő, emelkedett gondolkodású epikureista bölcsele, de voltaképpen nem egyéb mint hangyaszorgalmú kompilátor. Követői (*Solinus*, *Aelianus*, *Oppianus*) úgyszólván csak meséket gyűjtöttek az állatok barátkozásáról és ellenségeskedéséről, életmódjáról, bűvös és csodálatos gyógyító erejéről, amely mesék csaknem napjainkig fennmaradtak. Bizonyára nem szubjektív benyomást fejezünk ki, ha azt állítjuk, hogy *Aristoteles* nagyságát csak *Plinius* munkáinak elolvasása után tudjuk kellően méltányolni.

A középkorban a spanyol földön rövid időre felvirágozott arabs főiskolák foglalkoztak, ámbár csaknem kizárólag az orvosi tudomány szempontjából, az állattannal. Az arabs-zsidó tudósok az állattant ugyan nem vitték előre, de legnagyobb dicséretükre válik, hogy *Aristoteles* munkáinak értékét fel-

ismerték. Mindaz, amit a középkori keresztény írók *Aristoteles*ből merítettek, az arabs nyelvre fordított *Aristoteles*nek *Michael Scot*ustól (1190) származó hiányos latin kivonatából ered.

A középkori kereszténység édeskeveset érdeklődött a világi tudományok iránt. A zárdák tudós szerzeteseit — s egyéb tudósok alig is voltak — teljesen kielégítette *Plinius* és a többi római író, vagy a középkor speciális állattani terméke, a *Physiologus* vagy *Bestiarius* néven szélteben elterjedt munka, mely mintegy 70 állatról mond el egyet-mást, itt-ott valót is, de még több mesés dolgot, amihez moralizáló elmeszésekkel fűz. A *Physiologus*ban látjuk első kezdetét a későbbi kor vaskos theozoológiáinak és hierozoikonjainak, melyek az alkotó bölcsességének dicsőítésére és a szentírás magyarázására, az állatok életmódjából vett moralizáló példákkal fűszerezve, nagy bőbeszédűséggel és tudakossággal, nagy hiszékenységgel, de kevés tudással disszertálnak az állatokról. Ilyen az »A' Tudós és Híres *Franzius Farkas*, Wittébergai sz. Írás Magyarázó Doktor által Deák nyelven irattatott és sok ízben kinyomtatott« könyv is, melyet *Miskolczi Gáspár* »Egy jeles Vadkert« címen 1691-ben magyarra fordított.

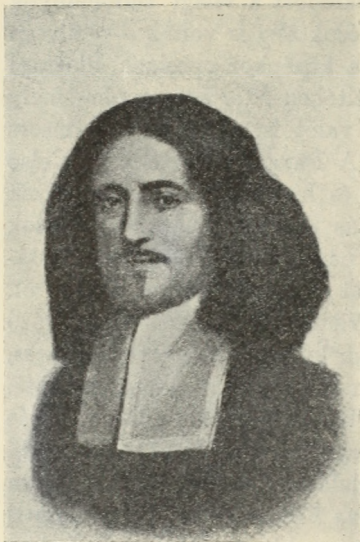
A tudományra annyira sívár kor sűrű ködéből három dominikánus-barát alakja domborodik ki, mint akik a XIII. század derekán, egymástól függetlenül, fáradoztak koruk állattani ismereteinek összefoglalásán. A középkor e három állattani írója: *Thomas Cantimpratus*, *Vincentius Bellocensis* és a bollstatti *Albertus* (1193—1280). Az utóbbi rendkívüli lángész, kit szellemi nagyságáért méltán tiszteltek meg a »Magnus« jelzővel. A három között a legönállóbb *Albertus Magnus*, de — mint *Carus* mondja — az ő főérdeme sem abban áll, hogy itt-ott egy-egy félénk kísérletet tett az önálló megfigyelés terén, hanem inkább abban, hogy *Aristoteles*ben fel tudta ismerni a nagy természetbölcslőt és az állattan tanítómesterét s hogy ezzel rámutatott arra, miként kell a természetet felfogni, — s ez annál nagyobb dicsőségére válik, mert *Aristoteles*et csak a *M. Scotus* kivonatából ismerhette.

A három dominikánus munkái nem gyakoroltak nagyobb hatást kortársaikra, kik még nem tudtak a világi tudományok iránt érdeklődni. Csak két századdal később, mikor az újkort inauguráló nagy világtörténelmi események hatása alatt szabadabb szellem kezdi az emberiséget áthatni, mikor a tudományok és művészetek iránti érzék másfélezredévi tetszhalál után ismét ébredezni kezd, mikor a könyvnyomtatás mesterségének feltalálása a



530. ábra. Gesner Konrád. (1516—1565.)

szellemi kincseknek, a művelődésnek forrását mindenki számára megnyitja : csak ekkor kezd az állattan is a szabad kutatás útjára és ezzel a tudományok sorába



531. ábra. Marcello Malpighi.
(1628—1694.)

lépni. Erre az időre esik, hogy egy görög tudós, *Theodorus Gaza*, aki a töröktől elfoglalt Konstantinápolyból Kaláabriába menekült, lefordítja *Aristoteles* állattani munkáit a tudósok akkori világnyelvére, a latinra. Munkáját 1470 körül felajánlotta IV. *Sixtus* pápának, aki 50 forint jutalmat adott neki, melyet *Gaza* megbotránkozva vetett a Tiberisbe. — Erre a lökésre született meg az újabb állattan, mondja *Oken* szellemesen. *Gaza* elhagyta az örök várost s fordítását eladta Velencében, ahol 1490-ig hat kiadása jelent meg.

Az állattan történelmi fejlődése, mint fentebb jeleztük, a görög bölcselekkel kezdődik s *Aristoteles* tanainak föllevenedésével nyílik meg az állattan felvirágozására vezető korszak. Ezentúl nem írnak többé az állatokról kizárólag a régi szerzők munkái alapján; az újkor tudósa magához a természethez fordul; a régi szerzők kommentátorait

természetbúvárok váltják fel. Így keletkeznek a XVI. és XVII. században gyors egymásutánban nagyszabású alapmunkák, mint a *Gesner* (530. ábra), *Salviani*, *Rondelet*, *Aldrovandi*, *Belon*, *Jonstonus* stb. munkái, melyek részint az egész állatországot, részint az állatvilág egyes csoportjait enciklopédiailag tárgyalják.

A leíró állattan föllendülésével egyidejűleg serény munkásság indul meg az anatómia terén. Nemcsak az ember-anatómiának támadnak fáradhatatlan lelkes művelői (*Vesalius*, *Eustachius*, *Fallopia* stb.), hanem az állatok anatómiájának is (*Malpighi* 531. ábra, *Harvey*, *Swammerdam*, *Ruysch*, *Redi*, *Tulpius* stb.), főleg a gerincesekének, de a gerinctelenekének is (*Malpighi*, *Stellutus* s különösen *Swammerdam*). Ez úttörő búvárok munkái egészen új világot vetnek az állati szervezet titkaira s előkészítik, de egyben le is rakják az összehasonlító anatómia alapját.

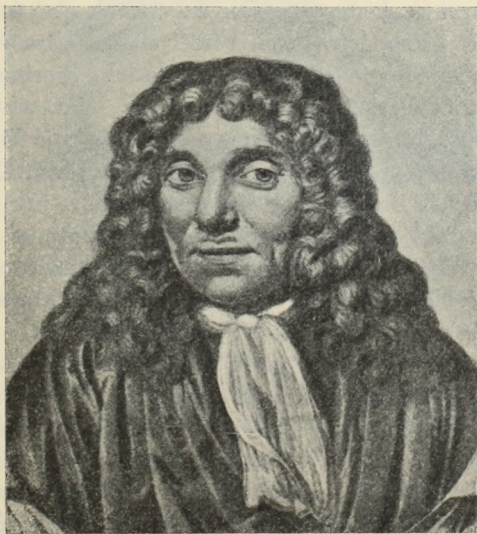
Ugyanerre a termékeny korszakra esik egy a biológiai tudományokra korszakos találmány. A middelburgi *Jan Janssen* és fia *Zachariás* a XVI. század utolsó tizedében megkonstruálják a legelső mikroszkópot. Egyes búvárok (*Malpighi*, *Hooke*, *Grew*, *Swammerdam*, *Leeuwenhoek* (532. ábra), *Stellutus* stb.) felismerik e találmánynak a biológiai tudományokra való nagy fontosságát s a csodaszerszámmal megkísértik bepillantani az élet titkaiba.

Az eredmény meglepő. *Hooke*, *Grew*, *Malpighi* a növények egyszerűbb szöveteiben csaknem egyidejűleg (1667, 1671) fölfedezik a sejteket (»cells« vagy »boxes« *Hooke*, »utriculi« *Malpighi*) és edényeket; *Leeuwenhoek* 1645-ben föl-

fedezi a vízben élő parányi állatocskákat, egy orvostanuló, *Ludwig van Hammen* az ember, *Leeuwenhoek* a különböző állatok termékenyítő nedvében hemzsegó állatocskákat, azaz a termékenyítő vagy ondósejteket; *Malpighi* és *Leeuwenhoek* fölfedezik a vérsejteket s különböző szövetek sejtjeit; *Swammerdam* lépésről lépésre követi a békapete barázdálódását egész addig, midőn a fejlődő csira számtalan apró gömböcskéből van összetéve, — ha még egy lépést tesz, eljut annak fölismeréséhez, hogy az állati test sejtekből van összetéve, — ámde ezt a hatalmas lépést csak másfél századdal később tehette meg a tudomány.

Az élettan, mely anatómiai ismeretek híján egészen tehetetlen, az anatómia haladásával biztos alapra tett szert. De az anatómiai ismeretek tisztázódásán kívül, miként a természettudományok többi szakmáira, úgy az élettannak haladására is legnagyobb hatással volt a *verulami Bacontól* kijelölt induktív módszer alkalmazása, amely egyedül alkalmas arra, hogy a bűvárt a természeti jelenségek megértésére vezesse. A régiek tanaiban való vak hit lassanként szétfoszlik; az újkor nem hisz többé tekintélyekben, hanem tudni akar; a tudós bűvárrá válik, aki egyre határozottabban és tudatosabban lép az önálló megfigyelés és kísérletezés terére.

Az új irányban való haladást egy nagy fölfedezés indítja meg: a vérkeringésé, melynek dicsősége *Harvey* (1578—1657) nevéhez fűződik. Ugyancsak *Harvey* divináló lángesze sejtette először, hogy minden élő petéből lesz: *Omne vivum ex ovo*. Két század vizsgálataira volt szükség, hogy e merész állítás igaznak bizonyuljon. A XVII. és XVIII. század bűvárai (*Malpighi*, *Cesalpini*, *Aselli*, *Redi*, *Vallisnieri*, *van Helmont*, *Rudbeck*, *Bonelli*, *Regnier de Graaf*, *Boerhaave* stb.) a fölfedezések egész sorával gazdagítják az élet ismeretét. Az állatok fejlődésének tana mindezideig *Aristoteles* töredékes adataira szorítkozott s e téren is ebben a korban indulnak meg behatóbb, önálló vizsgálatok (*Volcher Coiter*, *Fabricius ab Aquapendente*, *Malpighi*, *Harvey*, *Swammerdam* stb.), melyek sok érdekes és értékes adatot derítenek ki, de az akkor használt módszerek tökéletlensége miatt a fejlődés általános törvényeinek felismerésére nem vezethettek. Az összes élettani adatok egybefoglalására és feldolgozására megszületik végre egy rátermett tudós, az írás művészetének s a bűvarkodásnak egyaránt nagy mestere: *Haller Albert* (533. ábra), ki megírja az élettan elemeit tárgyaló nagy



532. ábra. Leeuwenhoek Antal.
(1632—1723.)

munkáját (1757—1766), mely nem csupán az ember, hanem az állatok élettanának és az összehasonlító anatómiának is alapvető forrásmunkája.

A renaissance idejére esik a tudományok művelésére hivatott főiskolák és akadémiák alapításának legnagyobb része, valamint az első természet-tudományi múzeumok keletkezése is. Igaz, hogy e múzeumok kezdetben alig egyebek, mint csodálatos természeti tárgyaknak s minden terv és rendszer nélkül összehordott ritkaságoknak a gyűjteményei és csak jóval később válnak tudományos szellemtől áthatott s a tudományt szolgáló modern intézményekké.

A lassanként ismertté vált állatalakok nagy sokasága szükségessé tette a rendezést, az általános tudományos felfogás pedig megérlelte az időt az egész állatvilágnak áttekinthető rendszerbe való foglalására.

Köztudomású dolog, hogy vannak állatok, amelyeknek ismertető jegyei oly kirívók, hogy a rokonszervezetű állatokkal való összetartozásuk minden szakismeret nélkül is felismerhető. A négy lábú állatot, a madarat, halat, bogarat a nép is megkülönbözteti, de ezeken túl már nem tud összefoglalni, ezeken kívül már nem ismer felsőbb csoportokat, hanem csak gyíkot, kígyót, békát, rákot, pókot, kagylót, csigát; ez utóbbi állatoknak rokonságuk szerinti csoportosítása már mélyebb szakismeretre támaszkodó tudós rendszerezőt kíván.

Az első, aki az állatországot határozott elvek szerint osztályozta, *Aristoteles* volt, aki bámulatos éleslátással nemcsak felismerte, hanem határozottan ki is fejezte, hogy az állatok természetes rendszerét a külső és belső testrészek, azaz a szervek jelenlétére vagy hiányára, továbbá azoknak megegyezésére, illetőleg különbözőségére, valamint helyzetére és elrendeződésére kell alapítani, mert ezeken sarkalnak az állatok első és főkülönbségei. *Aristoteles* az állatokat két főcsoportra, t. i. vérrel ellátottakra és vér nélküliekre, azaz, miként a mai terminológia szerint mondanók, gerincesekre és gerinctelenekre osztotta. Az előbbiekhöz tartoznak az elevenszülő négy lábúak (azaz az emlősök), a madarak, a tojó négy lábúak és tojó lábatlanok (azaz a kétéltűek és csúszómászók) és a halak; a vér nélküliekhez, azaz azokhoz, amelyeknek nincs piros vérük, hanem csak színtelen »ichor«-juk van, a lágy állatok (a mai Cephalopodák), a lágyhéjasok (azaz a rákok), a rovarok (a mai ízeltlábúak és férgek) s végre a héjasbőrűek, amely legutolsó csoportba a csigák, kagylók, tüskésbőrűek, Actiniák és szivacsok, szóval mindazok az állatok tartoznak, melyeket *Aristoteles* a többi osztályokba beiktatni nem tudott. Különös, hogy a logika atyja a főcsoportokon (megiston genos), azaz a nyolc osztályon kívül, a többi rendszertani kategóriát nem írta körül: ő pl. a nem és faj (genos és eidos) kifejezést époly következetlenül használja, mint a köznyelv.

Az első rendszertani kísérletnek messze mögötte áll a *Pliniusé*, aki az állatokat szárazföldiekre (a mai emlősök), madarakra (ideszámítva a denevéreket is), halakra (beleértve az összes víziállatokat) és rovarokra osztja, mely utolsó osztályba a többiekbe be nem osztható apróbb állatok tarka serege jut. Jellemző a tudomány másfélévezredes hanyatlására, hogy nem az *Aristoteles*, hanem a *Plinius* rendszere vált közkeletűvé. *Conrad Gesner* (1516—1565), *Ulysses Aldrovandi* (1522—1605), *Joannes Jonstonus* (1603—1675) nagy összefoglaló munkáikban egészen Pliniust követik. *Apácai Cseri Jánosnak*

1653-ban Ultrajektumban (Utrecht) megjelent Magyar Enciklopédiája szintén szárazföldi, levegőben és vízben élő állatokat meg bogarakat különböztet meg; sőt még *Grossinger János* is (1728—1803) Plinius beosztása szerint tárgyalja négykötetes nagy munkájában (*Universa historia physica Regni Hungariae secundum tria regna naturae digesta. Posonii et Komaromii 1793—97.*) Magyarország állatvilágát.

Csak a XVII. század tudósai kezdtek az állatország rendszeres felosztásában is a tanítómesterre visszatérni. Ezek közé tartozik első sorban *Rajus* (*John Ray*, 1628—1707), aki teljesen magáévá tette *Aristoteles* rendszerét. Ugyanő formulázta legegyszerűsített fogalmat, amelyből minden rendszertani kutatásnak ki kellett indulnia, t. i. a fajfogalmat. *Ray* szerint egyfajbeliek azok az egyének, amelyek közös szülőktől származnak, illetőleg oly mértékben hasonlítanak egymáshoz, mint a közös szülőktől származottak. A fajnak tényleg mai nap sem tudjuk jobb morfológiai definícióját: a főjegyekben való megegyezés, a mi ma használatosabb, voltaképpen nem egyéb, mint a *Ray*tól hangsúlyozotthasonlatosság körülírása. *Ray*on kívül többen kísérelték meg az állatországot rendszerbe foglalni. Ezek közül legyen elég *Jak. Theodor Kleint* (1685—1759) emlitenünk, aki az állatokat végtagjaik milyensége és száma, illetőleg a végtagok hiánya szerint osztályozta s valóságos rendszertani torzszülötellel gazdagította az állattani fucsaságokat.

*Klein*ével egyidőre esik a leíró állattan nagy reformátorának, *Linné*nek (*Carolus Linnaeus*, 1707—1778 l. 42. ábra) a föllépése. Az ő ismert mondása: »*Systema*

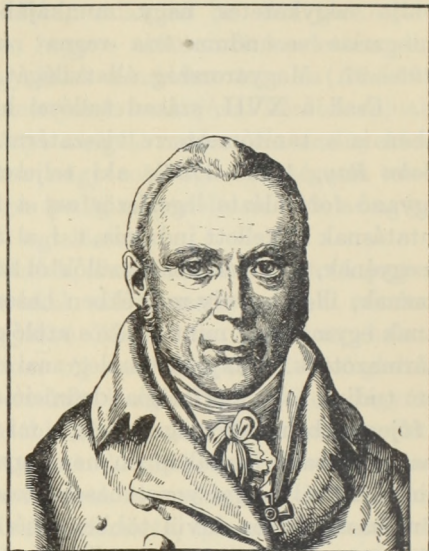
est filum Ariadneum, sine quo chaos« minden időben megszívlelendő igazságot fejez ki. A tudományban uralkodó kaosz elosztatása, az állat- és növényországnak áttekinthető rendszerbe való foglalása lón *Linné* életének nehéz, de eredményes s az utókor hálájára méltó munkája. *Linné* volt az első, aki a rendszertani kategóriákat pontosan körülírta s az egész állatországot osztályok, rendek, nemek és fajok, esetleg varietások szerint röviden, de élesen és könnyen felismerhetően jellemezte s minden állatalakot kettős néven, t. i. nemi és faji néven iktatott be a rendszerbe (pl. *Canis familiaris*, házi kutya, *Cuculus canorus*, kakuk stb.). Csak az, aki ismeri a *Linnét* megelőző szerzők tétova, következetlen elnevezéseit, véget nem érő nomenklaturai és etimológiai okoskodását, egyes nevek fölötti éppoly tudákos, mint meddő vitatkozását, csak az méltányolhatja kellő mértékben annak a magában oly csekélységnek látszó reformnak a jelentőségét, mely a maig is használatos és ma is elégséges kettős elnevezésben van. *Linné* határozottan kimondotta, hogy az állatok természetes rendszere



533. ábra. Haller Albert. (1708—1777.)

csak a belső szervezeten alapulhat: »*Divisio naturalis animalium ab interna structura iudicatur*«, — s ha rendszerét erre a biztos alapra nem építhette, úgy ennek oka a kor hiányos ismereteiben keresendő. Linné az állati szervezet ismeretének akkori állásán valóban nem tehetett jobbat, mint hogy az állatország főcsoportjaira, osztályaira az *Aristoteles* rendszerét fogadta el, azzal a módosítással, hogy nagy elődjének négy utolsó osztályát kettőre (rovarok és férgek) osztotta fel. A fajfogalmat illetőleg Ray nézetében osztozott. A fajok alárendelt jegyeikben variálnak, de főjegyeikben változatlanok: »*Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens*«. Ez a dogmatikus felfogás a fajok természetes eredetének gondolatát jó időre elfojtotta.

Hogy Linné újításai mennyire korszerűek voltak, legjobban kitűnik abból, hogy a *Systema Naturae* egyre bővített és javított kiadásai 1735-től 1788-ig 13-szor jelentek meg, különböző élő nyelvekre való fordításainak és átdolgozásainak pedig valóban nehéz lenne a számát megmondani. A magyar nyelven megjelent első állattani kézikönyv, Földi János »Természeti Históriaja« (1801)



534. ábra. Blumenbach J. Fr. (1752—1840.)

sem egyéb, mint a *Syst. Naturae Blumenbach*tól (534. ábra) eredő áldolgozásának fordítása. — Linné alapvető munkáját a szisztematika mai nap sem nélkülözheti s ez indította a német állattani társulatot arra, hogy az 1758-iki 10-ik kiadást, mint forrásmunkát, 1894-ben változtatás nélkül újból kiadja.

De bármily nagy fontosságot tulajdonítunk is — és méltán — a *Syst. Naturae*nak, mégis be kell látnunk, hogy az voltaképpen mégsem egyéb, mint az állatország rengeteg területén való tájékoztatásra szolgáló segédkönyv, mint afféle *Catalogue raisonné*. Maga Linné sokkal mélyebben gondolkodó természetbúvár volt, hogy ezt be ne lássa s valóban nem az ő hibája, ha törekvéseinek félreértésével oly egyoldalú irányzat fejlődött ki, mely a fajoknak fő ismertető



535. ábra. Cuvier György Lipót Krisztián Frigyes Dagobert báró. (1769—1832.)

jegyeik összefoglalásával való lajstromozását tartotta a tulajdonképi állattan fő, vagy éppen egyedüli feladatának. Amire *Linné* törekedett, t. i. az állat-



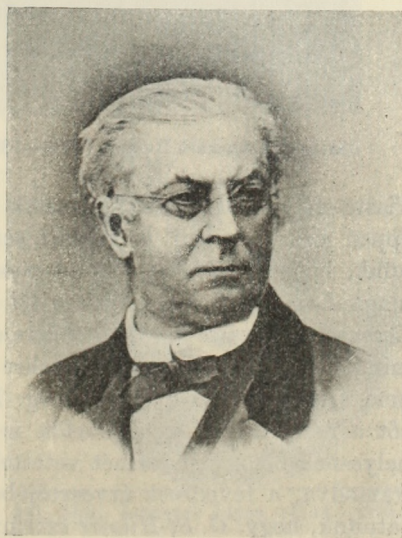
536. ábra. Buffon György Lajos. (1707—1788.)

ország természetes rendszerét megalapítani, az, a tudománynak a XIX. század elején való állásához képest, fényesen sikerült *Cuvier* (1769—1832) lángeszének.

Cuvier (*Léopold Chrétien Frédéric Dagobert*, írói néven *Georges Cuvier*, 535. ábra) egészen az *Aristotelestől* kijelölt alaptól indul ki s ennek biztos megvetésére époly nagyterjedelmű, mint mélyreható anatómiai tanulmányokat tett. Úgyszólván nincs állatcsoport, melynek anatómiáját nem gazdagította volna örökbecsű, részben úttörő s új irányt inauguráló fölfedezésekkel. Az összehasonlító anatómiáról tartott híres előadásai-
ban összegezi és rendszeresen feldolgozza mindazt, amit előzői tudtak, a saját vizsgálatainak gazdag eredményeivel, — s ezzel megveti alapját a modern összehasonlító anatómiának, valamint később az ásatag csontokon végzett kor-
szakos tanulmányaival a paleontológiának. *Cuvier*t azonban nem elégti ki a párisi gyűjteményekben előzői, *Buffon* (536. ábra), *Daubenton* stb. és kortársai (*Étienne Geoffroy Saint-Hilaire*, *Lamarck* stb.) által összegyűjtött kincsek tanulmányozása; ő az első, aki az állatok tervszerű gyűjtésére tudományos expedíciókat rendez.* Széles és mély mederben járó tanulmányainak egyik legfontosabb és legáltalánosabb értékű eredménye az, hogy az állatok szervezetük szerint négy különböző típusba tartoznak, mely típusok keretén belül a különbségek csak fokozatosak; egyaránt vannak egyszerűbb és összetettebb szervezetű állatok, melyek szervezetük alapvonásaiban megegyeznek egymással, de a többi típusok tagjaitól

* Általánosan ismert történelmi adomá szerint *Cuvier* Napoleonnak, ki egy ily tervbe vett expedíció költségeit sokalta, ezt felelte: »Sire, Nagy Sándor birodalma halála után összeomlott — *Aristoteles* munkáit ma is olvassák!« — S a korzikai Nagy Sándor le volt fegyverezve.

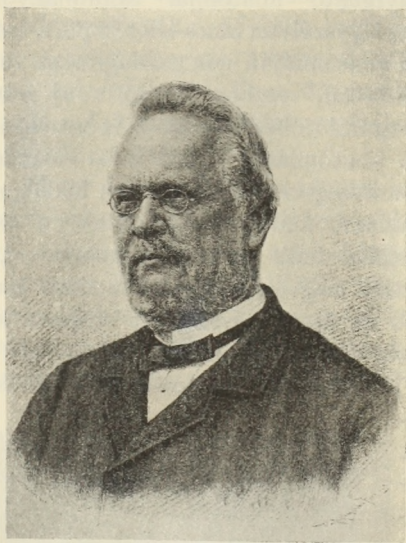
Cuvier (*Léopold Chrétien Frédéric Dagobert*, írói néven *Georges Cuvier*, 535. ábra) egészen az *Aristotelestől* kijelölt alaptól indul ki s ennek biztos megvetésére époly nagyterjedelmű, mint mélyreható anatómiai tanulmányokat tett. Úgyszólván nincs állatcsoport, melynek anatómiáját nem gazdagította volna örökbecsű, részben úttörő s új irányt inauguráló fölfedezésekkel. Az összehasonlító anatómiáról tartott híres előadásai-
ban összegezi és rendszeresen feldolgozza mindazt, amit előzői tudtak, a saját vizsgálatainak gazdag eredményeivel, — s ezzel megveti alapját a modern összehasonlító anatómiának, valamint később az ásatag csontokon végzett kor-
szakos tanulmányaival a paleontológiának. *Cuvier*t azonban nem elégti ki a párisi gyűjteményekben előzői, *Buffon* (536. ábra), *Daubenton* stb. és kortársai (*Étienne Geoffroy Saint-Hilaire*, *Lamarck* stb.) által összegyűjtött kincsek tanulmányozása; ő az első, aki az állatok tervszerű gyűjtésére tudományos expedíciókat rendez.* Széles és mély mederben járó tanulmányainak egyik legfontosabb és legáltalánosabb értékű eredménye az, hogy az állatok szervezetük szerint négy különböző típusba tartoznak, mely típusok keretén belül a különbségek csak fokozatosak; egyaránt vannak egyszerűbb és összetettebb szervezetű állatok, melyek szervezetük alapvonásaiban megegyeznek egymással, de a többi típusok tagjaitól



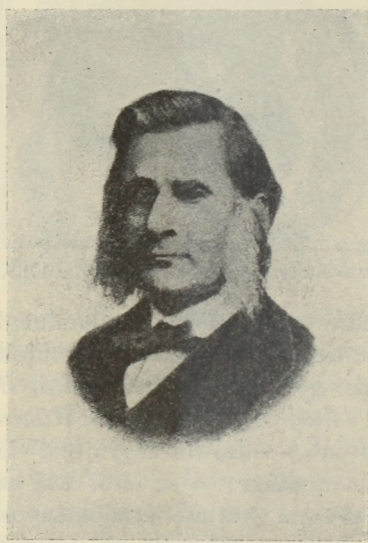
537. ábra. Siebold Károly Tivadar Ernő. (1804—1885.)

különböznek. Az állattországnak e négy szervezeti típusa (*embranchements*) a következő: 1. Gerincesek (*Vertebrata*), 2. lágy állatok (*Mollusca*), 3. ízelt állatok (*Articulata*), 4. sugaras állatok (*Radiata*). A haladó tudomány ezen első természetes rendszert nem minden részében találta ugyan hibátlannak, de alapelvei helyeseknek bizonyultak s a *Siebold* (537. ábra), *Leuckart* (358. ábra), *Huxley* (539. ábra), *Ray-Lankaster* és mások által tisztázott mai rendszer csakis a *Cuvier*-féle felosztás alapján épülhetett fel.

Cuviert, főleg mióta a származási elmélet alapeszméi általános gyökeret vertek a tudományos gondolkodásban, sokszor és sokan vádolták azzal, hogy *Lamarck*, *Geoffroy Saint-Hilaire* (540. ábra) s a természetbölcselek tanait tekintélyének súlyával igazságtalanul nyomta el. Alig tévedünk, ha azt állítjuk, hogy *Cuviert* a kor elfogulatlan tanulmányozója e vádtól fel fogja menteni.



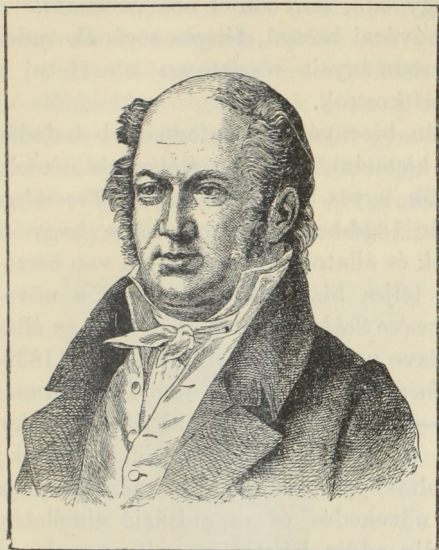
538. ábra. Leuckart Rudolf. (1823—1898.)



539. ábra. Huxley T. H. (1825—1895.)

Tisztelettel és bámulattal adózunk *Lamarck* (541. ábra) emelkedett eszméinek s éppen ezért mélyen megrendít sorsának tragikuma, ámde nem szabad felednünk, hogy a *Philosophie zoologique* tanaihoz a meggyőző bizonyítékot nem maga *Lamarck*, hanem csak a fél évszázaddal későbbi idő szolgáltatotta s ezért *Lamarckot* kora és korának vezérszellemé: *Cuvier*, ki mint igazi természetbúvár mindig csak tapasztalati tényekre alapította az általános következtetéseket, nem értette s nem érthette meg. Tagadhatatlan, hogy *Geoffroy Saint-Hilaire*, sőt a német természetbölcselek is (*Oken*, *Treviranus* stb.) sok új és később helyesnek bizonyult eszmét vetettek föl, csak hogy a spekulatív iránynak nekiiramodva, a tévedések útvesztőjébe jutottak. Példaképpen elegendő lesz rámutatnunk, hogy *G. St-Hilaire* szerint a rákok és rovarok a gerincesekkel egyazon típus szerint vannak szervezve s hogy a rákok és rovarok hátukon járó gerincesek. — S vajjon mi körül forgott a párisi Akadémiában 1830-ban az a híres

vita, mely az agg *Goethét* is annyira érdekelte s mely július 30-án *G. St-Hilaire* teljes legyőzésével végződött. Tudvalevőleg *G. St-Hilaire* pártfogoltjainak,



540. ábra. Geoffroy Saint-Hilaire István.
(1772—1844.)

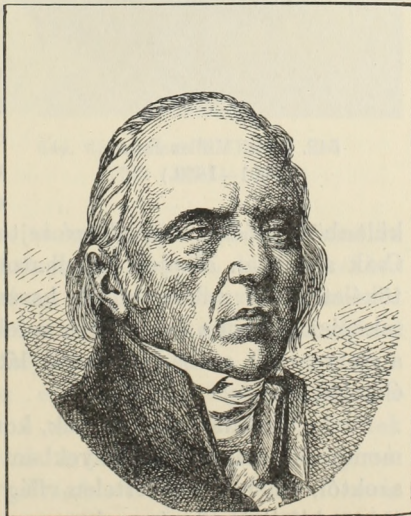
Meyrauxnak és Laurencetnak ama, mai nap szinte nevetségesen hangzó felfogása körül forgott, hogy a Cephalopodák szervezete a gerincesekével azonos. Kinek volt a mai álláspontból is igaza? Vajjon nem kötelezte-e *Cuvier* azzal is hálára a tudományt, hogy az üres spekulációk kártyavárait kérlelhetetlenül szétszórta? — *Non fingendum, non exco-gitandum, sed quid natura faciat observandum* (Bacon).

Az eddig vázoltak azt tanítják, hogy azon a tekervényes úton, melyen az állattan fejlődése haladt, három férfiú nagy alakja emelkedik ki, mint három fénytszóró világító oszlop: *Aristoteles*, *Linné* és *Cuvier*. *Aristoteles* kijelöli az állattannak, mint tudománynak célját és feladatát. Másfélezeréves tespedés után a tudomány, mely vezérelv, iránytű nélkül tévelygett, akkor ébred új életre,

amikor *Aristoteles* munkái közkinccsé válnak. Az újjászületés korszakát méltón fejezi be *Linné* az egész állatvilág rendszeres összefoglalásával. *Cuvier* végre halhatatlan munkáinak varázsával megindítja a gyors felvirágzás új korszakát.

* * *

A XIX. század óriás haladását, mely messze túlszárnyalja mindazt, ami az állattan terén az előző kétezer év alatt történt, mint éppen említém, *Cuvier* szelleme indította meg és irányította. A *Milne-Edwardsok*, *Owenek*, *Johannes Müllerek* stb., kik közvetlen *Cuvier* után a vezérszerepre hivatva voltak, a mestertől kijelölt úton vezették a bűvárok hosszú, fényes sorát mélyreható, részletes tanulmányokra s új eszméket érlelő fölfedezésekre, amelyek megteremtették azt a modern állattant, mely méltó helyet foglal el a többi természettudományok között. — Szégyenérzet fog el mindannyiszor, valahányszor régibb állattani munkákban az állattan hasznos voltának

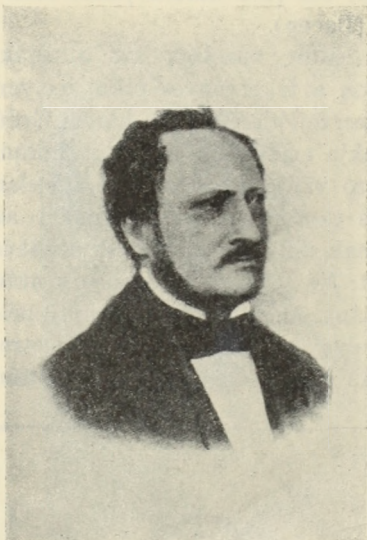


541. ábra. Lamarck János. (1744—1829.)

fejtegetését olvassuk; a mai állattan — míveltek között — erre nem szorul, mert miként minden más tudomány, úgy az állattan is nem silány anyagi haszonért, hanem eszményi cél eléréseért küzd, — a megismerésért, az emberiség amaz egyedüli kincséért, »melyet írgy üdő, sem víz el nem moshat«.

Nem lehet célunk a letűnt század bűvárai hosszú, fényes sorának tudományos törekvéseit s munkásságának eredményeit részletesen ismertetni s csak a legfontosabb haladás jelzésére szorítkozunk.

Az állati szervezet megismerése terén bizonyára a legfontosabb haladás a sejttan. Fentebb volt már alkalmunk kiemelni, hogy az élőlények némely sejtjét már több mint kétszáz éve ismerjük, egyes bűvárok (*Buffon, Trembley, Oken*) már sejtették is, sőt *Dutrochet* már 1824-ben ki is mondotta, hogy a



542. ábra. Müller János.
(1801—1858.)

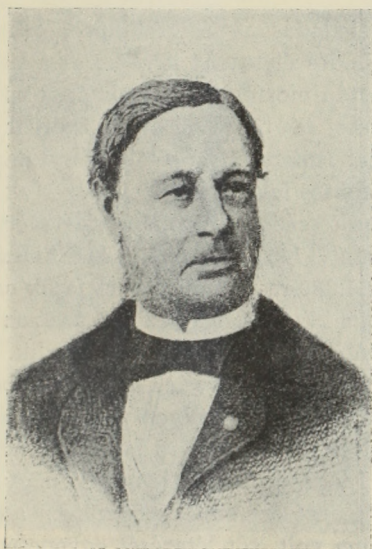
növények és állatok teste sejtekből van össze-téve, a teljes bizonyítást azonban a növé-nyekre nézve *Schleiden* adta 1838-ban, az álla-tokra nézve pedig *Schwann* (543. ábra) 1839-ben. *Schwann* fölfedezése — mondja *Johannes Müller* — ama legfontosabb haladások egyike, amelyet az élettanban mindezideig tettek; mert voltaképpen ez a fölfedezés állapítja meg a növekedés és organizáció elméletét, ami pedig eddig lehetetlen volt; ennek az elméletnek alapjai immár le vannak rakva. Ma a biológiai tudományok egyik sarkalatos alaptétele, hogy minden élő kezdetben egyet-len sejt, azaz oly élő egység, melyben az ösz-szes életnyilvánulások megvannak s hogy csak a legalsóbb élőlények maradnak egész életük-ben egysejtűek, ellenben a többiek a kezdő-sejt, azaz a petesejt sokszorosán ismétlődő oszlása útján soksejtűekké (sejtállammá) vál-nak. A töméntelen sejt között a munkameg-osztás elve érvényesül s a csoportonként

különböző módon megváltozó sejtekből lesznek a szerveket összetevő szövetek. Csak a sejttan alapján indulhatott gyors fejlődésnek a szövettan, melyet a tökéletesített mikroszkópok használata s az egyre tökéletesebbé váló mikro-szkópiai technika emelt arra a fokra, mely oly mély betekintést enged tennünk a szervezetek szabad szemmel láthatatlan szerkezetének s ennek kapcsán az élet titkaiba.

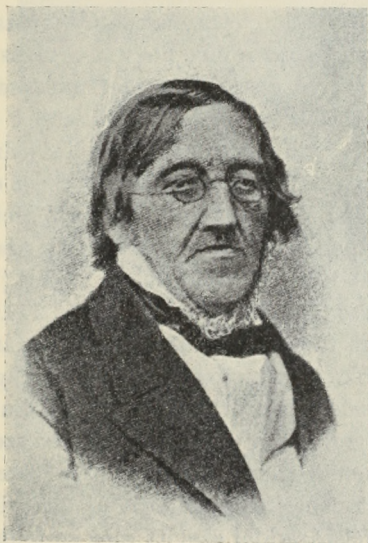
Az élettan terén a másik, korszakot alkotó fölfedezés azt a nagy igazságot mondja ki, hogy az élőlényekben működő erők lényegükben nem különböznek azoktól, amelyek az élettelen világ jelenségeit okozzák. A *J. R. Mayertől* először (1845) kifejtett törvénynek, az energia megmaradása törvényének a biológiában való alkalmazása megdöntött egy régi tévedést, megszabadította a tudományt az életerő babonájától. Miként a sejttan megalapítása, úgy az életerő kiküszö-bölése is fordulópontot jelez a biológiai tudományok fejlődésében: a természet-

nek régi dualisztikus felfogása megdőlt s helyét a monisztikus természetnézet foglalja el, mely azt tanítja, hogy az élő és élettelen anyag ugyanazoknak az erőknek hódol. — Alig csalódunk, ha azt állítjuk, hogy az utolsó években ismét feléledt vitalizmust (neovitalizmus) rövid idő alatt ki fogja küszöbölni a tudománynak egészségesen fejlődő szervezete.

Az élettani irányban tett kutatások hosszú sorából fontosságukra nézve az előbbiekhöz sorakoznak azok, melyekkel a letűnt század az állatok nemzésének és fejlődésének ismeretét gyarapította. A régi természettudósok teljesen osztották ama népies felfogást, hogy az alsóbb állatok öntermődéssel (*generatio aequivoca*) keletkeznek; az új tudomány kutatásai kiderítették, hogy minden élőre egyaránt érvényes Harvey divinatórius állítása: *Omne vivum ex ovo*.



543. ábra. Schwann Tivadar
(1810–1882.)



544. ábra. Baer K. Ernő.
(1792–1876.)

A termékenyítés a régibb tudományra vizsgálati úton megoldhatatlan rejtélynek látszott s e fontos élettani folyamat magyarázására hipotézisekhez volt kénytelen folyamodni; már a XVII. század végén mintegy 300 nemzési hipotézis küzdött egymással. Az utolsó évtizedek (1875-től kezdve) vizsgálatai alapján ma már mélyen betekinhetünk e folyamat lényegébe.

Az állatok fejlődése minden időben érdekelte és foglalkoztatta a biológusokat. Ez irányban már *Aristoteles* és a renaissance tudósai is tettek vizsgálatokat, amelyek azonban nem vezettek a fejlődésfolyamat megértésére. Az első úttörő vizsgálatokat *Caspar Friedr. Wolff* tette s »*Theoria generationis*«-ában (1764) kifejtette, hogy a petében nincs előképezve az embrió, hanem hogy az a pete szervezetlen állományából újból képződik; a formálatlan anyagból elsőben gömböcskékből (ma barázdálódási sejteknek mondanók) összetett rétegek, levelek (csiralevelek) képződnek s e levelekből

formálódnak ki a fejlődő állat szervei. *Wolff* vizsgálatainak nagy jelentőségét kortársai nem tudták megérteni, még *Haller* és *Cuvier* is azt a hipotézist tartották legvalószínűbbnek, hogy már a petében megvan az embrió végtelen finom s ezért láthatatlan alakban s annak a fejlődés menetében csak láthatóvá kell növekednie.

Csak egy félszázaddal később jutottak *Pander* és *Baer* (544. ábra), *Wolff*tól függetlenül, de a *Wolff*éval lényegében megegyező eredményre s teremthették meg az új fejlődéstant, melynek gyors fellendülésére a sejt-tan adta meg a biztos alapot. Ma nagyszámú bűvár kitartó munkája alapján annyira ismerjük az állatok fejlődését, hogy e téren, ámbár még nagyon sok a tennivaló, nagy meglepetések, legalább a mai szempontokból ítélve, kizártaknak látszanak.

Az állatélettannak múlt századbeli haladásán végigtekintve, lehetetlen észre nem vennünk, hogy a nemzés és fejlődés élettanát kivéve, az állatoknak más irányú élettani tanulmányozása a tisztán morfológiai tanulmányok mellett háttérbe szorult. — Az állatélet ismeretét a többi élettani irányokban is előbbre vinni s a morfológiai és fiziológiai ismeretek közötti aránytalanságot kiegyenlíteni a jelen századnak lesz egyik fontos feladata.

Az állatalakok, a fajok ismerete a múlt század folyamán óriási mértékben gyarapodott. A *Syst. Naturae* II. kiadásában (1740) csak 607, XIII. kiadásában (1788) 19.604 faj van leírva; *Oken* (1833) 65.230-ra becsüli a leírt fajok számát, *Ludwig* (1886) a leírt élő fajokét 272.090-re, a kihaltakét 39.925-re, azaz az összes ismert fajokét 312.015-re! S e szám évről évre tetemesen gyarapodik. Ismereteink ezirányú haladására legnagyobb befolyással voltak a nagyszabású és bőkezűen felszerelt gyűjtő- és kutatóexpedíciók,* melyek közül különösen a tengeri fauna tanulmányozására szervezettek a tudományra megbecsülhetetlen, részben meglepő eredményekre vezettek. Elegendő lesz a tengerek nagy mélységeit népesítő csodálatos új állatvilág fölfedezésére emlékeztetnünk, amelyről egy félszázaddal ezelőtt még sejtelmünk sem volt, sőt létezését egyenesen lehetetlennek tartottuk. Rendkívül nagy hatással voltak továbbá a tudomány különböző irányban való haladására a kutatás és tanulmányozás minden kellékeivel felszerelt tenger- és tóparti zoológiai állomások, melyeket a tudományért nemcsak lelkesedni tudó, hanem áldozatokra is kész nemzetek nemes versenyre kelve létesítettek az utolsó 30 év alatt.

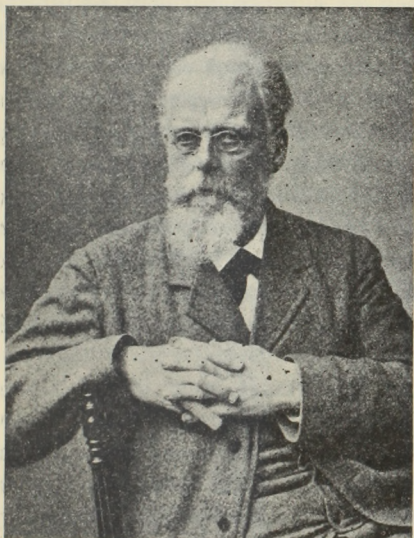
Távol vagyunk ugyan még attól, hogy földünk állatvilágát megközelíthető teljességében ismerjük, de arra már jelenlegi ismereteink is elégségesek, hogy a valót tűrhetően megközelítő képet vázolhassunk az állatok földrajzi elterjedéséről s hogy nagyjában megállapíthassuk az elterjedés főbb törvényeit. Az állatok földrajzi elterjedését tárgyaló diszciplinát szintén az utolsó félszázad szülte.

Az állatok elterjedésén uralkodó törvények megállapítására, valamint az állatok rokonságának és a fajok természetes fejlődésének kipuhatolására

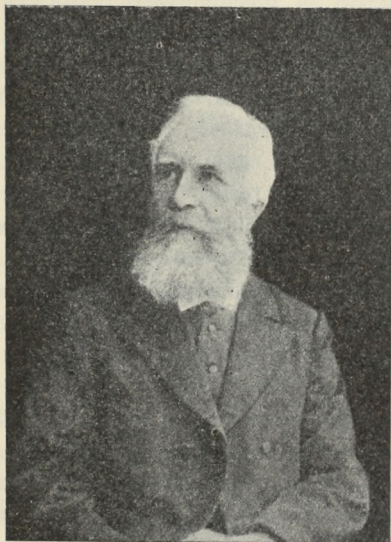
* A negyedik évig tartó (1872 dec. — 1876 máj.) Challenger-expedíció költségei csaknem két millió forintra, a kilenc hónapig (1898—99) tartó német tengeremély-kutató expedíció költségei pedig 300,000 márkára rúgtak.

legnagyobb, mondhatnók döntő hatása volt a *Cuvier* korszakalkotó fölfedezései kapcsán föllendült paleontológiának. A kihalt állatok ismerete évről évre gyarapodik s mindezek a sírjaikból kiásott ódon alakok megbecsülhetetlen okmányai az állatvilág fejlődéstörténetének.

A vázolt irányokban való haladás, de különösen az összehasonlító anatómia, a fejlődéstan és paleontológia új bűvárlati eredményei szilárdabb alapot teremtettek az állatok természetes rendszerének a *Cuvier*től kijelölt elvek szerint való folytatólagos fölépítéséhez. Az újabb rendszertani tanulmányok tisztázták *Cuvier* rendszerének három első törzsét, az utolsót pedig legalább is négy külön természetes törzsre bontották (*Vermes*, *Echinodermata*, *Coelenterata*, *Protozoa*).



545. ábra. Weismann Ágost (sz. 1834.)



546. ábra. Haeckel Ernő (sz. 1834.)

A letűnt század második felének elején (1859) egy mesterileg kifejtett, hatalmas elmélet hozta forrongásba nemcsak a biológusokat, hanem, mondhatni, az egész művelt világot, — egy elmélet, mely rendkívül termékenyítő hatással volt az állattan további fejlődésére, sőt az emberiség egész gondolkodására. Ez az elmélet, *Darwinnak* (*Charles R. Darwin*, 1809—1882. l. 44. ábra) a fajok természetes eredetéről szóló tana (származástan, deszcendencia- vagy evolúció-elmélet), tudvalevőleg nem egészen új; a fajoknak egymásból való fejlődését már az ókor bölcselei is hirdették, még pedig egyes bölcselek, *Darwinhoz* hasonlóan, éppen a szervezeteknek a megélhetésért való küzdelmében keresték a fajok megváltozásának okát. Ugyancsak a fajok természetes eredetét hirdette *Lamarck* (1809), ki a változások okait a szervek használás, gyakorlás okozta haladó fejlődésében és nemhasználás okozta elsatnyulásában kereste, nemkülönben a két *Geoffroy Saint-Hilaire* (*Étienne* és *Isidore*), kik a variálás s új fajok keletkezésének okait a külvilágban (*monde ambiant*) létesülő változásokkal hozták

kapcsolatba ; de mindezek a tanok, mint koraszülöttek, hatástalanok maradtak s hidegen hagyták korukat, melynek a fajok változatlansága volt alapdogmája. *Darwin* föllépésekor az összehasonlító anatómia, a fejlődéstan, a paleontológia, az állatok föld- és helyrajzi elterjedése és egyes állatcsoportok részletes rendszertani feldolgozása oly sok adatot halmozott fel, melyek a fajoknak egymásból való fejlődését a legnagyobb mértékben valószínűvé, hogy ne mondjuk, bizonyossá teszik, hogy a tudomány akkori állása *Darwin* tanaira már teljesen elő volt készülve.

Darwin tanának gondolatmenete, legrövidebbre foglalva, a következő : a faji jegyek nem egészen állandók, ellenkezőleg egyazon fajbeli egyéneken ismeretlen okokból kisebb-nagyobb változások jönnek létre. Ha e változások a létért, a megélhetésért való küzdelemben az egyénre bármely tekintetben előnyösek, hasznosak, öröklés útján átszármaznak az utódokra, ezek mellől az előnyben levő alakok mellől pedig azok, amelyeken amaz előnyös változások nem fejlődtek ki, kipusztulnak. Az előnyös alakoknak ezen kiválogatódása a nemzedékek során ismétlődik, aminek következtében az eredeti fajtól végre egészen elütő, azaz új faj jön létre. *Darwin* a kiválogatódás (*selectio*) útján való fajkeletkezés tanát bámulatatos kitartással gyűjtött adatok szinte szédítő sokaságával bizonyítja. Elmélete nemcsak a fajok eredetének adja éppoly egyszerű, mint természetes magyarázatát, hanem egyszersmind kiküszöböli az élőlényeken észlelhető jelenségek magyarázásából az *Aristotelestől* kezdve uralkodó metafizikai elvet, a célszerűség elvét s helyébe természetes hatóokot, a létért való küzdelmet állítja.

Nem tárgyalhatjuk itt a darwinizmus küzdelmeit, nem diadalait, nem a hatása alatt fejlődött új búvárkodási és elmélkedési irányzatokat, hanem csak annak konstatálására szorítkozunk, hogy a tulajdonképeni darwinizmus, azaz a kiválogatódás tana válságba jutott. Ma az illetékes körökben alig van nézeteltérés aziránt, hogy a fajok természetes módon, nemzedékek során egymásból fejlődtek ; de egyebekben, nevezetesen arra nézve, hogy a szelekció, mely csak már meglevő változásokkal számolhat, elégséges-e a fajok eredetének magyarázására, ellentétes felfogások állnak szemközt egymással. Egyesek a szelekció mindenhatóságát (*Weismann*, 545. ábra), mások tehetetlenségét (*Herbert Spencer*, *Eimer*) hirdetik ; az egyik a szelekció-elméletet a XIX. század legnagyobb szellemi vívmányának (*Haeckel*), a másik legzseniálisabb tévedésének mondja (*Haberlandt*) ; tudományunk egyik dísze, az öreg jénai tanár (*Haeckel*, 546. ábra) ifjú hévvel tör előre s a szelekció-elmélet alapján igyekszik a mindenség rejtélyeit megoldani, — s ugyanakkor egykori tanítványa, *Fleischmann*, erlangeni tanár, mint egy vén Cato követeli Karthágó szétválását s az egész fajkeletkezési elméletről úgy beszél, mint a tudománynak szerencsésen kiállott gyermekbetegségéről. Sokan elhidegülve fordulnak el a darwinizmustól és visszatérnek *Lamarckra* és *G. St-Hilaire*-re, mások, mint *Eimer*, a régi elmélet romjain újat próbálnak építeni. Ma orthodox darwinisták, neodarwinisták, haeckelisták, neolamarckisták, eimeristák, de vriesisták és nihelisták is állanak egymással szemben, úgy hogy ez idő szerint a fajok mily módon, mily tényezők hatása alatt való természetes

keletkezésének problémáját, ha elfogulatlanul ítélünk, nyílt kérdésnek kell tartanunk. Világos, hogy ezt a nehéz kérdést pusztá okoskodással, ügyes dialektikával és szenvedélyes polémiákkal megoldani nem lehet, hanem csakis az igazság megismerésének nemes vágyától vezérelt s a legszigorúbb kritikától ellenőrzött, minden irányban elfogulatlan vizsgálatokkal.

A fajok természetes keletkezésének kutatása fakasztotta a biológiai tudományok legújabb hajtását, a törzsfelföldést, a filogéniát, mely összehasonlító anatómiai, fejlődéstani és paleontológiai adatok alapján iparkodik megállapítani az állatok vérrokonságát és genealógiáját. Nem szorul bizonyításra, hogy a filogénia kitűzött célját, számos legyőzhetetlen akadály miatt, főleg pedig azért, mert a paleontológia adatai, a dolog természete szerint, mindig hézagosak fognak maradni, csak megközelítheti, de teljesen el nem érheti. Ehhez képest a filogénia heurisztikus tételeit csak többé-kevésbé valószínűeknek, de korántsem bebizonyított igazságoknak lehet és kell tekinteni, amelyekre csak nagy óvatossággal szabad további következtetéseket alapítani s legkevésbé sem engedhető meg bonyolódott élettani folyamatok magyarázására könnyű szerrel a filogéniához fordulni. Igazságként odaállított hipotézisek mindig többet ártottak a tudománynak, mint a nemtudásnak őszinte bevallása. Mivelhogy a filogénia feltevésekkel kénytelen dolgozni, rendkívül tág tere nyílik az egyéni fantáziának, melyet a legszigorúbb kritikának kell kellő korlátok közé szorítani, — enélkül a tudomány szentélye meddő spekulációknak válik játéktervé. — Hány tetszetős filogéniai spekuláció oszlott már semmivé, mint a gyermekektől eregetett tarka szappanbuborék !

* * *

Az állattant hosszú századok munkája oly terjedelmes tudománnyá növesztette s különösen a letűnt század oly sok irányban fejlesztette, a részletes ismereteknek oly nagy kincsét halmozta fel, hogy a mai bűvár az igazság egy-egy morzsájával csak úgy járulhat a tudomány fejlődéséhez, ha egy irány, egy szűkebb kör művelésének szenteli élete munkáját. Ámde ezzel az a veszély fenyegeti a tudományt, hogy csupa speciális ágakra szakadozik, melyeknek művelői nem értik többé egymást, csak a maguk specialitását tartják fontosnak, a többi iránt pedig meglehetősen közönyösek. A tudománynak az az érdeke, hogy minden speciális bűvárlat szerves kapcsolatban maradjon az egész állattannal. Az anatómia, a hisztológia, az ontogénia, filogénia, szisztematika stb. nem külön-külön, hanem csak együttesen teszik a mai állattant, mely ma is ugyanarra törekszik, mint *Aristoteles* idejében: az állatélet megismerésére s amelynek eszményi végcélja az állatéletet, végtelen módosulataiban, mint a nagy mindenségnek részét, megérteni. — »Lesznek még ezután is elegend, kik versenydíjat érdemelnek. De a pálma arra a szerencsésre vár, akinek sikerül az állati test alakulásának törvényeit a világegyetem általános törvényeire visszavezetni. Az a fa, melyből ennek a bölcsőjét ácsolják, még nem csirázott ki.« (K. E. von Baer.)

* * *

Szemelvények az állattan irodalmának különböző korszakaiból.

Az állatokról való ismereteink fejlődését, a különböző korszakokban uralkodó felfogást, szellemet és búvárkodási irányt leghívebben tükrözi vissza maga az irodalom, melyből *Aristoteles* kezdve s *Darwinnal* végezve, a következő szemelvényeket közöljük.

Aristoteles (384—322. Kr. e.).

(Ἱστορίαι περὶ Ζῴων. Az állatok története. I. könyv.)

A nagy stagirai bölcs, kit ma is méltán tisztelünk meg »az állattan atyja« címével, nem foglalkozik az állatok szellemtelen, száraz leírásával, hanem általános szempontokból és mély filozófiai felfogással tárgyalja az állatok szervezetét, fejlődését és élettanát. Az emelkedett felfogás, a filozófiai szellem az, ami *Aristoteles* állattani dolgozatait ma is olvasásra és tanulmányozásra méltókká teszi, dacára annak, hogy adatainak nagy része természetesen nem állja ki a mai kor kritikáját.

* * *

1. Az állatok részei részint nem összetettek, azaz olyanok, melyek egynemű részekre oszthatók, pl. a hús húsrá, részint összetettek, azaz olyanok, amelyek különmemű részekből állanak : így pl. sem a kezet nem lehet kezekre, sem az arcot arcokra osztani. Az utóbbiak közül némelyeket nem csupán egyszerűen testrészeknek, hanem testtagoknak is szokás nevezni. Ide tartoznak mindazok a részek, melyek mindegyike egymagában is egész, de más részeket is foglal magában, amilyen a fej, comb, kéz, az egész kar és a mellkas. A nevezettek ugyanis önmagukban is egészek, de azért maguk is részekből állanak. Minden különmemű rész pedig egyneműekből van összetéve, pl. a kéz húsból, inakból és csontokból.

Igen sok olyan állat van, melyeknek minden része az egyiken ugyanaz, mint a másikon, továbbá olyanok, amelyeknek részei különbözők. Egy és ugyanazok a részek vagy alakjuk szerint : így az egyik embernek az orra és a szeme ugyanaz, mint a másik ember orra és szeme, éppen így hús és hús, csont és csont ; éppen így minden lónak s általában mindazon állatoknak, melyeket ugyanazon fajnak (eidos) tartunk, ugyanazon részei vannak. Mert valamint az egész állat a másik egész állathoz viszonylik, épp így viszonylanak az egyes részek is egymáshoz. Vagy pedig ugyanazok ugyan a részek, de azért mégis valamely fölöslegben vagy hiányban különböznek, és pedig az állatoknak ugyanazon osztályában ; osztálynak (genos) pedig pl. a madarakat és halakat nevezem ; mert a két osztálynak mindegyikében vannak különbségek, és a halaknak is, meg a madaraknak is különböző fajai (eide) vannak. Az ezeken levő részeknek legtöbbje, nem tekintve a tulajdonságokban levő ellentéteket, pl. a színt és alakot, abban különbözik egymástól, hogy egy és ugyanaz az egyiken nagyobb, a másikon kisebb mértékben, nagyobb vagy kisebb számban van meg, különböznek továbbá nagyságban vagy kicsiségben s általában fölöslegben vagy

hiányban. Ugyanis némely fajaiknak puha, másoknak kemény a húsa, az egyiknek hosszú, a másiknak rövid a csőre, némelyiknek dús, másoknak gyér a tollazata. Különben ezek között is vannak némelyeknek sajátos részei: némely madárnak sarkantyuja és taraja van, másoknak nincs; de a részek nagy többsége és azok, amelyek a test fő tömegét teszik, azonosak, vagy csak ellentétes tulajdonságokban, fölöslegben vagy hiányban különböznek: mert a többet és kevesebbet fölöslegnek és hiánynak nevezhetjük. Továbbá némely állaton azt találjuk, hogy részeik sem alakjuk szerint, sem fölösleg vagy hiány dolgában nem ugyanazok mint más állatok részei, de mégis ugyanazok kezdeményökben: ilyen a viszony a csont és szálla, a köröm és pata, a kéz és olló, a pikkely és toll között; mert ami a madáron a toll, az a halon a pikkely. Azok a részek tehát, melyekkel az egyes állatok el vannak látva, a kifejtett elv szerint vagy különbözők, vagy azonosak, s ugyanez áll ezenkívül még a részek helyzetéről is. Ugyanis sok állatnak részei ugyanazok, de különböző helyzetűek: így némelyeknek az emlője a mellén van, másoknak meg a comb közelében. Az egynemű részek részint puhák és nedvesek, részint szárazak és szilárdak. Nedvesek vagy általában vagy addig, ameddig az élő testben vannak, a vér, nyirok (ichor), zsír, faggyú, velő, ondó (gone), epe, tej, ha ugyan van, továbbá a hús és más efféle anyagok; továbbá más tekintetben a kiválasztott anyagok, mint a nyálka s a bélben és a hólyagban összegyűlő anyag. Szárazak és szilárdak pedig az inak, a bőr, erek, szőrök, csont, porc, köröm, szaru és ami ezeknek megfelel.

Az állatokat életmódjuk, működéseik, szokásaik és részeik szerint lehet megkülönböztetni: minderről elsősorban egészen általánosan fogunk szólni, azután pedig akként, hogy minden egyes csoportot tüzetesen veszünk szemügyre. Ami az életmódot, szokásokat és működéseket illeti, a következő különbségeket lehet tenni. Az állatok egy része víziállat, a másik része pedig szárazföldi; a víziállatok kétfélek: némelyek a vízben élnek és táplálkoznak, vizet vesznek magukba s azt ismét kibocsátják és víz nélkül nem tudnak élni, pl. a legtöbb hal. Másoknak a vízben van ugyan a tartózkodóhelye és tápláléka, de nem vizet vesznek magukba, hanem levegőt s a vizen kívül szülnék. Ez utóbbiak közül némelyek lábbal vannak ellátva, mint a vidra, a hód és a krokodilus, mások szárnyal, mint a sirály s a bűvár, ismét mások lábatlanok, mint a vízikígyók. Némelyek végre a vízben táplálkoznak ugyan, s vizen kívül nem is élhetnek, de sem levegőt, sem vizet nem vesznek fel, mint a tengeri anemone (akalephe) és az osztriga. Ezenkívül a víziállatok vagy tengerben élnek, vagy pedig folyókban, tavakban, mocsarakban, mint a békák és gőtéek (? kordylos). A szárazföldi állatok egy része levegőt vesz fel és bocsát ismét ki, amit be- és kilélekzésnek neveznek, mint az ember és valamennyi tüdővel ellátott szárazföldi állat; mások nem vesznek ugyan magukba levegőt, de azért a szárazon élnek és táplálkoznak, mint a darázs, méh és a többi rovar. Rovaroknak nevezem mindazokat, amelyeknek bemetszéseik vannak vagy a hasoldalukon, vagy ezen meg a hátoldalukon. És, miként már mondtuk, sok szárazföldi állat a vízből keríti a táplálékát azon állatok közül, amelyek vizet vesznek magukba. Továbbá némely állat kezdetben vízben él, de azután átalakul, más alakot vált s a vizen kívül él, mint a szunyogok (empis), melyekből az oistrosok (?) lesznek. Továbbá

némely állat mindig ugyanazon helyen marad, mások változtatják a helyüket : első fajtájú állatok csak a vízben vannak, ellenben egy szárazföldi állat sincs helyhez kötve. Sok víziállat egész életében oda van növe, mint sok kagyló. Úgy látszik, hogy a szivacsnak is van valamiféle érzése, ami abból tűnik ki, hogy, amint mondják, csak nehezen lehet leszakítani, hacsak nem lopva közelítjük meg. Mások oda vannak ugyan növe, de le is tudnak válni, mint az úgynevezett akalephák (tengeri anemonék ?) egy neme, mely éjjel leválik az alzatról, hogy táplálék után lásson. Sokan nincsenek ugyan odanöve, de azért mégis mozdulatlanok, mint a kagylók és tengeri ugorkák (holothuria). Mások úszásra alkalmasak, mint a halak, a puhaállatok (malakia, azaz lábasfejűek) és puhahéjuak (malakostraka, azaz rákfélék), pl. a langusta (karabos), mások járásra, mint a tarisznyarakok csoportja, melyek természetük szerint víziállatok ugyan, de azért járni is tudnak. A szárazföldi állatok részint szárnyasak, mint a madarak és méhek, még pedig különböző módon, részint pedig a földön mozognak. És az utóbbiak közül némelyek járásra, mások mászásra vannak berendezve, ismét mások gyűrükben húzzák tova a testüket. Olyan állatok, melyek kizárólag csak repülésre lennének alkalmasak, olyanféle módon, mint a halak úszásra, nincsenek. Mert még a repülőhárttyával ellátottak is tudnak futni és a denevérnek lábai vannak. A madarak között vannak gyengelábuak, melyeket ezért lábatlanoknak (kétségkívül kazári fecske, *Cypselus apus*) neveznek : ennek a madárnak azonban derék szárnyai vannak. És rokonainak is derék szárnyai, de gyenge lábai vannak, ilyen a füsti meg a parti fecske. Mert mindezek életmódjukban is, szárnyaik szerint is megegyeznek s külsejükben is csak kevésbé különböznek egymástól. Mindkettőre, azaz járásra is, meg úszásra is sok állat alkalmas.

6. Az állatok egy részét nagy csoportokba (gene megista) lehet osztani ; ilyenek a madarak, halak, cetek, melyek valamennyien vérrel bíró állatok. Egy másik osztály (genos) a héjjas állatoké, melyeket közönségesen kagylóknak neveznek ; ezekre a puhahéjuak (rákfélék) következnek, melyeknek nincs közös neve : ilyen a langusta, néhány tarisznya- és tengeri rák-faj ; azután a puhaállatok, mint a loligó (teuthos) és szépia, továbbá a rovarok osztálya. Mindezek az utóbb említettek vérnélküliek, és ha lábaik vannak, soklábuak, a rovarok közül pedig némelyek szárnyasok. A nevezetteken kívül a többi állatokat nem lehet nagy osztályokba foglalni ; mert egy-egy csoport nem foglal magában több fajt, hanem egy faj egymagában van s nincsenek faji különbségei : ilyen az ember ; másoknak vannak ugyan fajai, de ezeknek nincs külön nevök. Ugyanis minden négylábú állat vérrel van ugyan ellátva, ámde egy részök elevent szül, a másik tojik. Az elevenszülők valamennyie szőrrel, a tojók ellenben paizspikkelyekkel vannak fedve. A paizspikkelyek pedig a halpénzekhez hasonlók. A vérrel bíró szárazföldi állatok között természeténél fogva lábatlan a kígyók neme, melyek paizspikkelyekkel vannak fedve. Minden többi kígyó pedig tojik, csak a vipera (echidna) szül eleveneket. Mert nem minden elevenszülő van szőrrel fedve, amennyiben a halak között is vannak elevenszülők. Ellenben minden szőrrel fedett állat elevent szül, amennyiben a szárazföldi sünök tüskéit is valami szőrfélének lehet venni, mert szőrök módjára szolgálnak nekik, nem pedig lábak gyanánt, mint a tengeri sünök tüskéi. A négylábú és elevenszülő

állatok osztálya sok fajból áll, amelyeknek azonban nincs külön nevök, hanem, úgy mint az ember, mindegyik külön nevet visel, úgy mint oroszlán, szarvas, ló, kutya stb. Csak az úgynevezett lófarkuaknak (lophouros) van közös elnevezése, amilyen a ló, szamár, öszvér, törpe öszvér, ginnos és szíriai öszvér, melyeket hasonlatosságukért neveznek így, de azért nem tartoznak egy fajhoz; mert csak egymással közöszülnek és nemzenek. Ezért szükséges, hogy mindezen állatok természetét külön-külön vizsgáljuk.

Ennyi az, amit általános vonásokban ki akartunk fejteni, hogy rámutassunk, hogy mennyi és mily pontokra kell vizsgálatunknak kiterjednie. A részteket később fogjuk átvenni: elsősorban a sarkalatos különbségeket s a valamennyivel közös tulajdonságokat kell megállapítanunk, azután pedig megkísértjük ezeknek az okait megtalálni. Mert az a természetes menet, hogy az egyesnek ismerete szolgáljon alapul. Mert ebből fog kitünni, hogy mire kell a magyarázatoknak kiterjednie és hogy honnan kell ezeket venni. Először is azokat a részeket kell tárgyalnunk, amelyekből az állatok állanak. Mert ezekben vannak az egész állatot jellemző legnagyobb és első különbségek, aszerint tudniillik, amint bizonyos részeik megvannak vagy hiányoznak, vagy a részek elhelyezése és elrendezése szerint, vagy pedig ama fentebb megjelölt különbségek szerint, melyek az alakra, főlöszlegre, analógiára és a történetes tulajdonságok ellentétére vonatkoznak. Kezdeni az ember részeivel kell. Mert valamint a pénzt mindenki azon ismertetőjegyek szerint vizsgálja meg, amelyeket legjobban ismer, úgy kell tennünk minden más dologgal is. Az embert pedig valamennyi állat között legjobban ismerjük. Az egyes testrészek ugyan külön vizsgálat nélkül is észrevehetők és ismeretesek is, azonban, hogy a fonalat el ne veszítsük s hogy a megfigyelést a gondolkodással összekapcsoljuk, vegyük figyelembe az egyes testrészeket, először azokat, amelyek szerszámokként szolgálnak, azután pedig az egyszerű egynemű részeket.

Cajus Plinius Secundus († 76. Kr. u.).

(Historia naturalis. VIII. könyv.)

A rómaiak legnagyobb természettudósa s a középkor általános tekintélynek örvendő kedvenc írója, voltaképen nem egyéb, mint az állatország mesemondója, aki, mint ilyen, nemcsak nem vitte előbbre a tudományt, hanem ennek egészes fejlődését határozottan megakadályozta.

* * *

32. Nyugati Aethiópiában van a Nigris-forrás, melyet legtöbben a Nilus eredetének tartanak. Ennek közelében él egy *Catablepas* nevű állat, mely nem nagy s csak lassan mozog, de a feje olyan súlyos, hogy alig bírja el s ezért mindig a földre lógatja. És mégis vesztére van az embernek, mert mindazok, akik a szemébe néznek, menten kiadják a lelköket.

33. Ugyanilyen ereje van a *Basiliscus*nak is, egy kígyóféfének; ez a Cyrenei tartományban él, nem magasabb 12 digitusnál, és a fején fehér foltja van, mely

mintegy diadéma módjára díszíti. Sziszegésével elriaszt minden kígyót. Nem úgy mozog mint a többi, egész testének kígyózdásával, hanem félig fölegyenesedve jár. A bokrokat nemcsak érintésével mérgezi meg, hanem még a leheletével is, a füveket kiszáritja és sziklákat repeszt. Ilyen ártalmas hatása van az ő erejének! Ezelőtt azt gondolták, hogy ha valaki lóhátról lándzsával megöli, mérge a lándzsán felhatol s hogy nemcsak a lovasnak, hanem még a lónak is meg kell tőle halni. És ennek a szörnyetegnek (melyet királyok is sokszor akartak már holtan látni), a menyét kigőzölgése vesztére van; mert a természet úgy rendezte be, hogy semmisse létezhessek, aminek nincs valamely egyensúlyozója. Ezért ilyen állatokat (t. i. menyéteket) szoktak a barlangjaikba dobni, melyeket könnyen meg lehet ismerni a környező föld terméketlenségén; ezek aztán legott megölik amazokat a szagukkal, de magok is meghalnak, és ezzel egyenlítődik ki a természetben a küzdelem.

34. De Itáliában is azt hiszik, hogy a *farkasok* tekintete ártalmas, és hogy az embernek, akit erősen megnéznak, egy pillanatra elveszik a hangját. Azok, amelyek Afrikában és Egyiptomban élnek, tunyák és kicsinyek, de hidegebb vidékeken vadak és kegyetlenek. Azt, hogy emberek farkasokká változhatnak és előbbi alakjukra ismét visszatérhetnek, vagy határozottan hazugságnak kell tartanunk, vagy pedig mindazt a mesés dolgot el kell hinnünk, ami oly sok évszázad során ránk származott. Ez a mese a köznép hiedelmében annyira gyökeret vert, hogy szinte közmondássá vált, mert a rossz emberről azt szokás mondani, hogy megfordítja a bundáját. *Evanthes*, a jobb görög írók egyike, beszéli, hogy az arkádiaiak szerint az Anthus nemzetség egyik tagját, kit családjából sorsolással választanak, ezen vidék egyik távához vezetik; itt a ruháját egy tölgyfára akasztja s a tavon keresztül úszva, pusztaságba jut, ahol farkassá változik s kilenc évig a farkasok társaságában él. Ha már most ezen idő alatt az emberektől egészen távol élt, visszatér ugyanazon tóhoz s ha azon átúszott, ismét felveszi előbbi alakját, de most már kilenc évvel öregebbnek látszik. *Fabius* még azt is hozzáteszi, hogy az előbbi ruháját is magára ölti. Csodálatos, hogy mennyire megy a görög hiszékenység. Nincs oly szemtelen hazugság, melynek ne akadna hívője. Így *Agriopas*, ki az olympiai győzőkről írt, azt beszéli, hogy a parrhasiai Demaenetus egy áldozat alkalmával, amelyen az arkádiaiak Jupiter Lycaeusnak még embereket áldoztak, megízlelte egy feláldozott fiúnak a husát, és ettől farkassá változott; tíz év múlva ismét atlétává változott vissza, részt vett az ökölviadalban s mint győző tért vissza Olympiába. A közéletben még azt is hiszik, hogy ezen állat farkának egy szőrpamátában szerelmi nedv van elrejtve, melyet, ha fogságba kerül, elvet magától; ennek a nedvnek azonban csak akkor van hatása, ha még az állat életében jutnak hozzá. Párosodási ideje évenként csak 12 napig tart. Van közöttük egy faj, melyet *szarvasfarkasnak* (hiúz) neveznek; egy ilyen Galliából származó farkast mutattak a nagy *Pompejus* idejében a küzdőtéren. Azt mondják, hogy ez az állat, mikor hátra fordul, még akkor is, amikor éhes és eszik, elfelejti a zsákmányát és elfut, hogy valami mást keressen.

35. Ami a *kígyókat* illeti, általánosan ismeretes, hogy a legtöbbnek olyan a színe, mint azé a földé, amelyen tartózkodik. Fajaik számtalanok. A *szarvas-*

kígyók (Cerastae) a testükön gyakran négy szarvat viselnek, amelyeknek mozgatásával a madarakat magukhoz csalogatják. Az *Amphisbaenának* két feje van, t. i. a farkukon is van még egy, mintha egy nem volna elég a méreg kibocsátására. Némelyek pikkelyesek, mások tarkán mustrázottak, de valamennyien halálos mérget rejtenek magukban. A *nyílkígyó (Iaculus)* a fák ágairól szökik le; tehát nemcsak a lábainkat kell a kígyóktól óvnunk, mert mint kilőtt nyilak repülnek a levegőben. A *viperák (Aspides)* nyaka, mikor marni akarnak, felduzzad s marásuk ellen nincs más szer, mint a megmart testagnak azonnali levágása. Ennek a mérges állatnak csak egy vágya, vagy helyesebben csak egy szenvedélye van. Csaknem mindig párosával kóborolnak s nem tudnak a másik nélkül élni; ha tehát az egyiket megölik, a másik hihetetlen módon forral bosszút magában. A gyilkost üldözőbe veszi s bármely nagy embertömegben is rátalál s megtámadja, legyőz minden nehézséget, nagy területeken keresztül siet s csak folyók tartóztatják fel, hacsak az üldözött nem menekül a leggyorsabb futással. Nem lehet megmondani, vajjon a természet a bajoknak, avagy az ellenszereknek teremtésében volt-e bőkezűbb. Mert először is ennek az állatnak gyenge szemet adott s nem a homlokára, hanem a halántékára tette; ennek következtében inkább az ember lába, mint megpillantása ingerli. Továbbá halálos ellenségeskedésben él az *Ichneumon*nal.

36. Ez az állat éppen ezért nagyon jól ismeretes, és szintén Egyiptomban honos. Gyakran belehempereg az iszapba s aztán megszártja magát a napon. Ha ily módon több kéreggel páncélozta magát, harcra készül. Eközben magasra emeli a farkát s elfordulva felfogja a tehetetlen harapásokat, míg oldalt sandítva az alkalmat kilesi, és a kígyót a torkába kapja. De evvel sem éri be, még egy vadabb állattal is szembeszáll.

37. A *krokodilus*, mely a Nílusban él, egy négylábú szörnyeteg és a szárazon éppoly kártékony, mint a vízben. Az egyedüli szárazföldi állat, mely a nyelvét nem használja; az egyedüli, mely a mozgékony felső állkapcsával harap, mely harapásnak különben borzasztók a következményei, mert a fogai, mint a fésűn, sűrűn sorakoznak egymáshoz. Hossza többnyire több 18 cubitusnál. Tojásokat tojik, melyek nagyságra a lúdtojáshoz hasonlók és mindig attól a helytől távol költi ki, amelyről bizonyos ösztöne mondja, hogy a Nílusnak ezen évi legnagyobb vízállása eléri. Egy állat sincs, mely oly kicsi állatkából oly nagyságra növekednék, mint a krokodilus. Karmokkal is fel van fegyverezve s bőre minden harapásnak ellentáll. Nappal szárazon él, éjjel a vízben, mind a két helyen a meleg miatt. Ha halakkal jóllakott és zsákmánnyal mindig telt torokkal a partra kifelkszik aludni, egy kis madár, melyet ott *Trochilosnak*, Itáliában pedig a madarak királyának neveznek, arra ingerli, hogy száját a benne levő táplálék kedvéért kitátsa; erre bebujik s először megtisztítja a krokodilus száját, azután a fogait, sőt a garatját is, amelyet a krokodilus a csiklandozás okozta kéjes érzésre, amennyire csak lehet, feltár. Ha aztán ezen kéjes érzés alatt elaludt, az *Ichneumon*, amint ezt észreveszi, nyílként besurran a torkába s keresztül-rágja a hasát.

Apáczai Cseri János (1625—1659).

(Magyar Encyclopaedia, azaz minden igaz és hasznos bölcseségnek szép rendbe foglalása, és magyar nyelven világra bocsátása. Ultrajektumban, 1653.)

Apáczai Cs. J. első magyar enciklopédiájának állattani cikkei híven tükrözik vissza a skolasztikus íróknak nem vizsgálatokra, hanem tekintélynek tartott mesemondókra támaszkodó együgyű felfogását.

* * *

Az *elefánt* iszonyu otromba nagyságu négylábú állat, ki az ő szájáról hosszan lebecsátható, s meg felvonható arjával mint szintén ha keze volna, mindeneket megfog, és a mit akar azt cselekeszi. Szelid, és engedelmes állat, úgy hogy egy gyermekke is oda viszi, a hova akarja A nőstény két esztendeig viselős, némellyek tizig állítják, csak egyszer szül (ell) akkor is csak egyet. El él 300 esztendeig. Az aluvás közben erős dologhoz támaszkodik, mellyel ha elesik fel nem kelhet. Iszonyodik az egerektől, és azt meglátván el ijed, és elfut. Az ő abrakját ha az egér csak meg érte is, meg nem eszi. Szörnyű élesen érez. A disznók rőfögésétől iszonyodik. A veres színre megharagszik. A sárkányokkal (mivel ezek az ő vérét szomjuhozzák) szüntelen való ellenkezése vagyon, mellyeket vagy az ő arjával öl meg, vagy lábaival tapod el. Közel járul az emberi okossághoz, és jó indulatokhoz, honnan a mint írják, szólni, és írni is megtanul. Mennél inkább megterheltek, annál serényebb. Kiván az emberrel megnőszni. A hol születik az ott való beszédet megérti. Csaknem akar mire megtanithatik. Az ő emberéért a harcban mindhalálig hadakozik. Ha harcolniok kell, rendben állanak magok, a nyilakot a megsebesedtektől mind valami borbélyok gyengén kivonják; az elfáradtakat, sebesedteket, és gyengéket a sereg közepébe viszik. Mindenkor seregenként járnak. Folyó vizen által menni akarván a kússebbeket bocsátják elől, hogy a nagyobbak bémenetelével a víz igen megnővén, azok el ne merüljenek. Megismerik vénségekben a kik ifju korokban nekik előljárójok voltak. Csudálkoznak az égen, és a két világosító állatot ugyan tisztelni láttatnak. Mivel az ujholdkor folyóvizbe szállnak, holott magokat nagy pompásan vízzel meghintik. Ismét a melly erdőben legeltetnek, abból ágakat tördelnek, kiket fenn hordoznak, és a holdra nézván gyengén mozgatdogálják. A feljövő napot tisztelik. Betegség miá elfáradván füvet hányanak az ég felé, mintha könyörgéseket bocsátnának oda fel. Az ő halottjokat eltemetik.

Tengeren kelletvén által menni, a hajóba addig nem szállnak, míg az ő igazgatójok esküvéssel meg nem erősíti, hogy ismét vissza jönnek. A kússebb rendű vadak ellen nem harcolnak, a nagyobbak ellen is pedig csak megbusztatván. Az embert felette igen szeretik. A tisztesség kívánás ő benne oly nagy, hogy gyalázattal illetetvén inkább akarnak meghalni. Nagy indulattal vannak az ő urokhöz, és gyermekekhez, úgy hogy készebbek ezerszer meghalni, mint ököket a vadászoknak engedni. A nagyobbaknak étel, ital, és hely dolgában enged-

nek az ifjabbak. Csudálatos szemérmetességgel bírnak. A meggyőztetett a győzőnek még csak szavától is fél: sohanem nyilván, hanem csak allattomban nőszenek. Nem üsmernek semmi paráznaságot. Olly erősek, hogy egyik, egyik 30. s több fegyveres vitézekkel teli váracsát is elhordoz. Arjokkal mint kézzel annyit érnek, mellyel isznak, esznek, fákat rontanak, a lovast a lováról letaszítják, a gyalogot a hova szinte akarják, oda vetik. Erre szablya köttetvén sokakat elvesztnek, ezen hág rá, és száll le róla ember. Szokott abrakjokkal megelégednek, úgy hogy ha többet adsz is, meg nem eszik.

A róka a szőlőnek ártalmas, mert a gerezdeket megeszi. Ravasz és csalárd állat. Mert ha ehetnék úgy tetteti mintha alonnék, vagy mintha megholt volna, hogy így körüle játszadozó madarakat megragadhassa. A megfáradt nyulakot is megfogja. Jégen akarván által menni, először fülét a jégre teszi, úgy próbálja meg ha elég erős-e. A hon nem levő hörsögöknek likait ganajával berutitja, hogy más új likakot kényszerítettnek vájni. Hogy halakot (kiket igen szeret) foghasson, farkát a vízbe bocsátja, mellyre, ha érzi, hogy rák, avagy hal akad, igen sebességgel kirántja. A darázsok fészkebe (hátra mászván) farkát betolja, és ötet oda be meghadarván kivonja, és a sok rá ragadott darázsokat falhoz, vagy fához csapja, hogy így őket megölvén megehesse. E cselekedetétől meg nem szünik, valamig azt egészen kiüríti. A süldisznónak is nagy ellensége, mivel az is nem gyűlöli a szőlőt. Ez azért őt látván bevonja magát, kit a róka reá huddozván megöl. Mikor az agaraktól üzettetik, bűdös szelet bocsát az alfelén reájok, hogy őket magától eltérithesse, mellyekkel bátorságosan is szembe száll. Betegségét a fenyőfa könyvével gyógyítja meg. A balhákól ha marattatik, szénát, avagy pozdorját vevén szájába vízbe megyen, és először a térdét azután a hasát, farát, vállát azután a nyakát elmerítdegéli; ezen közben a balhák a fejére gyűlnek, azután lassan lassan a fejét elmeríti, úgy hogy a balhák mind a szénába vagy a pozdorjába menjenek: mellyet hogy eszébe vészen magát épenséggel a vízbe meríti, s úgy szabadul meg tőlök.

A holló kegyetlen az ő fiaihoz, mert azokat látván, hogy fehérek, nem hiheti hogy magáé, és elhagyja, és csak akkor ismeri magáéinak, mikor immár feketedni kezdenek. Addig a holló fiak csak harmattal, legyekkel, és a magok ganajokból lett férgekkel tengenek. A fige megérése előtt 60 napig nagy szomjuságot szenved. Gyakor károgásával esőt jelent.

A ráknak minden érzékenysége a mellében vagy, mivel nincsen feje, a szeme végén néz, a száján nőszenek, szintén olly hamar mász elé, mint hátra, a vizen kívül a föld likaiban szeret lakni, igen élő, tavasszal megvetkezik, ő belőle megrothadván skorpio támad (úgy tartják) az aszu kórságosoknak, és a dühös kutyától megmarattattnak hasznos, vízelletet indít, veséket tisztít, és bőven táplál, fogai csaknem olyanok mint az emberé, a nagy lábai legjobb izük, és a farka, mellyet nyakának hinak a dologhoz nem értők, a hold változási szerint az ő húsa is nevededik, vagy kevesedik.

Miskolczi Gáspár (1628—1696).

(Egy jeles vadkert, avagy az oktalan állatoknak öt könyvekbe foglaltott teljes históriája, mely elsőben a tudós, és híres Franzius Farkas wittébergai sz. Írásmagyarázó Doktor által deák nyelven iratott, és sok ízben kinyomtatott. Az után M. G. által magyar nyelvre fordítattatott. Lőcsén, 1702.).

Franzius munkájának ezen magyar fordítása voltaképpen nem természet-tudósoknak, hanem prédikátoroknak szól, kik az állatok életmódjából és sok mesével megtoldott szokásaiból moralizáló példákat meríthetnek hiszékeny hallgatóik épülésére. Az egész munka nem egyéb, mint a középkor elején szélteben elterjedt *physiologus*nak vagy *bestiarius*nak bővítve átdolgozott és »modernebb« köntösbe öltöztetett kiadása.

* * *

Az *Alces* avagy *Belénd* kiváltképen éjszakfelé való állat, minémüek bőségesen találtnak a borussiai erdőkön, a minthogy Tót, avagy Horvátországban is. Aristoteles, és a minthogy Plinius is erről a állatról semmit nem irnak, sem formájáról sem pedig természetéről nem emlékeznek, hanem csak szintén nevét említik.

II. Ez magasabb, és nagyobb a szarvasnál. A mint Scaliger ír felőle szőri hasonló a számáréhoz, mellyre nézve a Helvetiusok vad számárnak, némellyek pediglen lószarvasnak nevezik. Leghasonlóbb pedig ehhez a muszkaországi Maklis nevű gyors fene bestia, mellyről Julius Caesar is emlékezik együtt, hogy a hirkániai erdőkön igaz elég beléndek, és maklisok teremnek.

III. Külső formájára, és szőrire nézve hasonló a kecskéhez, de mivelhogy derekasabban szarvas forma egészen, azonban a lónál is tetésőbb, erre nézve lószarvasnak is nevezhetjük.

IV. Nagy széles mintegy két tenyérnyire kiterjedő homloka vagyon.

V. A felső ajaka igen temérdek szokott lenni.

VI. Lábaszárai avagy hogy minden betykek nélkül, avagy hogy könnyen hajló izek, s inak nélkül valók.

VII. Szarvai vannak, de többire csak hátrafelé hajlottak, mikor elsőben kifakadnak csak igen rövidek, vastagok, és igen simák; de hová tovább nevedvén mind szélesednek. Mellyekből osztán gombok, kalánok, és nyergek készítettnek.

VIII. Az ő lábainak körmeibe istentől kiváltképen való szép orvosló erő öntetett; mert a nehéz nyavalyától gyötretett csecsemő gyermekeket szépen meg gyógyítja; mellyre nézve nagy áron is szereztetnek, és aranyba, ezüstbe foglalva viseltetik a kis gyermekeknek nyakokban. Amaz országos sokadalmokban magokat fitogató ámitó orvosok, e helyett valami tehén körmöt szoktak nagy áron adni; de könnyen megkülönböztethetik erről, mert ha a tehén, vagy ökör körmöt reszelni kezdik, igen bűdös, de a beléndé nem olyan.

IX. Szava, vagy nyerítése ennek az állatnak igen keserves, és szánakozásra indító, úgy annyira, hogy nem látva úgy tetszik embernek mintha csecsemő

gyermek sirna. Erről neveztetik a németektől *Elendnek* az az szegény nyavalyásnak.

X. Lovaglásnak, és hám huzásnak okáért meg is szokták szelidíteni, oly igen gyors állat pedig ez, hogy egy nap több utat viszen véghez, mint akár melly ló három nap alatt véghez vihet. Főképen pedig télbe jégen a Sarmatáknál egy nap több utat megyen el, mint egy néhány napok alatt földön el szokott menni.

XI. A mezőn való legelésben mindenkor inkább hátrafelé tart, hogy valamiképen elébb, elébb menvén, és ha szüntelen csak a legelésben volna foglaltos, titkos ravaszság által inkább elfogattatnék.

Ezek kiváltképen való tulajdonsági ennek az állatnak, mellyek közül némelleyek az igaz keresztényekre is méltán szabattathatnak.

Mert miképen hogy a beléndnek lábaszárjai minden csomók, és inak nélkül valók, minekokáért ha el esnek, nem is kelhetnek könnyen fel: azon képen az igaz keresztények is minden álnokságtól idegenek, ez életben semmi fényes állapotjuk nincsen, külső hatalommal ritkán bírnak, és midőn valami bűnbe, vagy veszedelembé esnek, magok erejük által abból nem igen menekedhetnek ki.

Ismét. Miképen hogy ez az állat a mezőn való legelés közben mind hátrafelé tart, hogy elébb, elébb menvén törbe ne akadjon; azonképen a keresztények felette igen oltalmazkodnak attól, hogy a földiek körül való tilalmas szorgalmatosságnak törbe meg ne fogattassanak.

Továbbá. Valaminthogy ez az állat gyorsabban jár a jégen mint sem a földön, azonképen az anyaszentegyház mindenkor inkább nevededik a nyomorúságok alatt, hogysen mint a boldog időkben.

És miképen hogy a belénd igen keserves szóval szokott nyeritni, azonképen az ecclesianak is gyakrabban siralmas állapotja szokott lenni.

Végzetre. Miképen hogy a belénd köröm a nehéz nyavalya ellen igen fő orvosság; azonképen a jó keresztényekkel való istenes társalkodás, minden bűnök ugymint lelki nehéz nyavalyák ellen kész orvosság.

Közönségesen a tanácsosokra, kereskedőkre, és egyéb rendbeliekre is ezek a tulajdonságok igen szépen alkalmaztathatnak, hogy tudniillik az élések módjában mindenek okosak, hivataljokban serények, tanácskozásokban titkosok legyenek. Mert jó tanácsot nyerni, és a tanácsoltatott dolgot izibe véghez vinni igen nagy jóságos cselekedet, a késedelem pedig semmiben sem használ, hanem csak a haragban; a szívnek titkait elhallgatni pedig dicséretes dolog.

Ulisses Aldrovandi (1522—1607.).

(De Quadrupedibus digitatis libri tres. Bononiae, 1645.)

A művészetek és tudományok újjászületésének korszakában, a XVI. században, az állattannak is akadtak buzgó művelői (*Edward Wotton, Conrad Gesner, Ulisses Aldrovandi* stb.), kik bámulatos szorgalommal gyűjtöttek össze az állatvilágról szóló adatokat s ezeket vaskos kötetekben foglalták össze. Ezek a skolasztikus tudósok valóságos polihisztorok voltak, kik nagy olvasottsággal,

de emellett már önálló vizsgálatokra is támaszkodva enciklopédiailag foglaltak össze helyes és téves adatokat egyaránt. Bármennyire elavultak is e munkák, mai szempontból ítélve, mégis megvolt az az érdemük, hogy a tudomány továbbépülésére alapul szolgálhattak.

* * *

A pókegérrel. (De Mure Araneo. — Mai néven Sorex, azaz cickány, melynek egyik fajtát Linné is Araneusnak nevezte.)

Szinonimák és ezek értelmezése. — Alapos tudománnyal bővelkedő férfiak ezt az állatot hasonlatosságáért egérnek, póknak pedig azért nevezték, mert magasra mászik, mint a pók. *Bipontinus* ezen állat latin etimológiájának fejtegetésében azt írja, hogy egérnek alakjáért, póknak pedig élénkségeért nevezik, mert kifeszített fonálon, vagy a kard élén is biztosan tud sétálni. *Gesnerus* ellenben azt hiszi, hogy póknak mérges természetéért nevezték, valamint hogy azt a halat (*Trachinus draco*) is póknak nevezik, mely mérges tüskékkel van megrakva. *Vegetius* az egérnek ezen fajtát vak egérnek mondja, ámbár *Albertus* és *Hesychius* csakis a vakondokat nevezik vak egérnek; mivel pedig az egyiptomiak azt hitték, hogy a sötétség régibb a világosságnál, az egérnek ezen fajtát tisztelték és *Herodotus* tanúsága szerint ezen egerek holttesteit Batti városban legnagyobb tiszteletben részesítették. A görögöknél μυαλη ennek az egérnek a neve, ámbár, *Hermolaus* tanúsága szerint, *Dioscorides*nél valahol μυαλη is olvasható; *Nicander* a mérték kedvéért μυαλη-nek ejtette, hosszú első szótaggal, ámbár többnyire valamennyi szerző csak három szótagra nyújtja. *Rodolphus* a Leviticushoz írt kommentáiraiban tévesen azt hiszi, hogy a mygale mintegy torkos egeret jelent. Már pedig azért nevezik mygalénak, mivelhogy alakra az egérhez (mys), színével pedig a menyéthez (gale) mondják hasonlónak. A szentírásban található ez a szó *Haanaka*, melyet nem közönséges tudományú férfiak kommentáiraikban különbözően fordítanak. Némelyek repülő gyíknak, mások fecskének, mások sündisznónak, ismét mások hódnak fordítják; a Septuaginta és szent *Hieronymus* mygalénak, azaz pókegérnek tartják. Az olaszok mainap *topo ragno*-nak, a spanyolok *murganho*-nak, a franciák *muserain*- vagy *muzeraigne*-nek nevezik, amely szóval az olaszul beszélő rhetiaiak (azaz a felső lombardiaiak és déltiroliak) is szoktak élni; a sabaudoknál (azaz savoyaiak) *muset* vagy *musette*, a burgundiaknál *sery*, az angoloknál *shereu* vagy *sherewe*, a helvéciaiaknál *muizet*, mintegy pókegér (?); a németek más- képen, orrának hegyes formájáról *spitzmuiz*-nak nevezik.

Alakja és leírása. — Actius a pókegeret a menyétnél sokkal kisebbnek, színre nézve hamvasba hajlónak és keskenyfogúnak mondja; *Albertus* rövid és karcsú farkot, *Matthiolus* hosszú, hegyes arcorrot tulajdonít neki. Ámbár ez az egér kicsiny és karcsú, azért egész testéhez arányítva mégis oly kicsinyek a szemei, hogy *Plinius* azt hitte, hogy nincs is szemevilága. És ezért nem is lehet csodálni, hogy *Nicander* μυαλη τριλη-nek és *Vegetius* vak egérnek nevezte. *Gesnerus* úgy írja le ezt az egeret, hogy színe szerint részben barna, részben vörös, fehér hassal, hátsó lábai testének leghátsó részén vannak; farkának hossza két hüvelyknyi s szemei feketék és nagyon kicsinyek. Az az állatocska,

melyet egykor egy arató földműves fogott és hozzánk hozott, négy hüvelyknyi hosszú és két hüvelyknyi vastag, színe szerint a hátoldalán hamvasba hajló barna, hasán fehéres volt; arcorra csaknem a disznóéhoz hasonlított, s mint a macskáé, szőrökkel volt megrakva; szemei nagyon aprók, lábai öt ujja voltak hasítva, farka pedig, a többi egerekéhez hasonlítva, felényi volt. Azonkívül ezen állat fogai nemcsak nagyon aprók, hanem egyszersmind úgy a többi négy-lábuak, mint az egerek fogaitól is különböznek. Úgy látszik, hogy a természet ezeknek formálásában az egerek és kígyók fogait mintegy egyesítette. Ugyanis azon az egéren, amelyet vizsgáltunk, a két elülső fog mind a két állkapocsban kiállott, az állkapcsi (azaz záp-) fogak között nem volt semmi hézag, hanem szakadatlanul sorakoztak, az állkapocsnak csak egyetlen hosszacska hegye volt (t. i. a kiálló metszőfogak hegye), a második, valamennyi közt legkisebb fognak három oly kicsi hegye volt, hogy alig voltak láthatók. Erre négy állkapcsi fog (azaz zápfog) következett, melyek közül a három elülső, nagyobb, három hegyre oszlott, a negyediknek pedig oly kicsi volt a hegye, hogy csak nehezen lehetett látni, csak négy némileg kiálló érdesség jelezte. A száj alsó részében, az említett négyen kívül, a többi minden hézag nélkül sorakozik egymáshoz. Eszerint valamennyinek huszonnégy a száma.*

Természete, lakóhelye, eledele. — Ez az állat a meleg tartományokban az emberre és barmokra többnyire ártalmas és halálos szokott lenni. A szerzők azt tapasztalták, hogy ez a hideg vidékeken másképpen van. Amiért is *Matthiolus* azt állítja, hogy ezek az egerek a tridenti mezőn nem mérgesek, és azt hiszi, hogy ez az éghajlatnak tulajdonítandó, mert azon a vidéken a skorpiók sem mérgesek. Ezenkívül *Nicander*, a theriacákról szólva, azt írja, hogy az egerek ezen neme a kerékvágástól legjobban irtózik, mert ezekben többnyire el szokott pusztulni. Ezért *Hermolaus* port gyűjtött a kerékvágásból, minthogy ez a por ezen állat marása ellen használ. *Matthiolus* ellenben ezt költötnék és mesésnek tartja. Továbbá a pókegerek, a többi egérrel összehasonlítva, nemcsak sokkal élesebb hangúak, hanem mozgásaikban is lomhák, lassúk, talán látásuk minősége miatt. Ezért, *Gesnerus* tanúsága szerint, igen gyakran megölik őket az istállókban, ahol télen legszívesebben tartózkodnak. Nyáron pedig a kerteket és marhatrágyával borított helyeket keresik fel. *Plinius* azt állítja, hogy az Apennineken túl nincsenek pókegerek, de a mi időnkben, *Matthiolus* megjegyzése szerint, egész Olaszországban és különösen a tridenti földön, továbbá Németországban és Britanniában a Textor-hegy (?) körül csatangolnak. A fűvek gyökereiből táplálkoznak, de a bogáncskórókat is, különösen az ehetőket (articsóka?), a földművesek nagy kárára, pusztítják. Ámde *Gesnerus* azt is hallotta, hogy holttetemekből is táplálkoznak; ezért nem is lehet azon csodálkozni, hogy ez az állat tele van méreggel, minthogy rothadó anyaggal táplálkozik.

Mérge és ennek orvosságai. — Nem lehet tagadni, hogy a pókegér marása mérges tulajdonságú; ezt pedig úgy a tőle megmárt barmok bizonyítják, valamint az is, hogy a macskák, ha megölik őket, megevésüktől, természetes ösztönből,

* *Aldrovandi* téved, mert a cickányoknak 32 foga van.

mint valamely mérges anyagtól, tartózkodnak. Ezenkívül ennek az állatnak a marása akkor, amikor teherben van, más, szintén teherben levő állatra még veszedelmesebb. Mielőtt tehát ennek a méregnek az ellenszereire áttérnénk, szükséges lesz az *Avicennától*, *Paulus Aegineta*- és *Aetius*tól megállapított diagnosztikáját felsorolnunk. *Avicenna* szerint a megmart részek először is meggyuladnak és a környező részek megkékülnek; ezenkívül a beteget vizeleti nehézségek gyötrik. Ezeket az ismertetőjegyeket *Paulus Aegineta* is felsorolja. *Aetius* azt is kiemeli, hogy ennek a marásnak nagyon biztos az ismertetőjegye, mivelhogy a seben a fogak négy hasítása látható. Ezenkívül, mivelhogy a sebből először tiszta, azután pedig genyes vér foly ki. Ami a gyógyítást illeti, *Aetius* azt ajánlja, hogy a sebet mosogassuk elsőben szorgalmasan meleg ecetes vízzel (posca), azután pedig köpülőzővel szivassuk ki a mérget. Ha a marás helye nem fekélyesedett ki, pirétrumot, pörkölt hagymát vagy mustárt rak rá és egyszersmind hathatós ellenszereket is preskribál. *Quintus Serenus* a régiek eszejárása szerinti kerékvágásból származott port ajánl e szavakkal:

Sin autem muris nocuit violentia coeci,
Qui sola signavit voluendis orbita palustris
Illinc, mira datur vili de pulvere cura.

Ezenkívül *Aggregator* ecettel kevert aludt nyúltej teszt a sebre, *Hierocles* pedig »in Hippocraticis« (azaz, ha a beteg már közel van a halálához) kutyaganéjt ajánl. *Paulus Aegineta* azt állítja, hogy borba kevert aludt juhtej farkasalmával és mirhával hathatós segítőszer. *Plinius* azt hiszi, hogy koskörömnék ecettel kevert hamuja meggyógyítja a skorpiók és egérpókok marását. A görög orvosok pedig, mint *Dioscorides* és *Actuarius*, ecetet ajánlanak pörkölt pókegér porával vagy galbanummal, vagy árpaliszttal keverve. A szerzők továbbá sok oly füvet sorolnak fel, melyeknek levelét, gyümölcsét, magját, gyökerét ajánlják ezen mérgek kihajtására. *Dioscorides* és *Avicenna* kakukkfüvet és boldogasszony mentáját borral, krisogonum-levellet (ma vérontó pimpó, *Potentilla Tormentilla*) ecettel, üröm- és ciclamen-főzetet oximellel, mások, mint *Aetius* és *Aegineta*, tarnics-gyökeret borral, kaméleon-gyökeret (a bábakalács, *Carlina acaulis* gyökere értendő), zsályát, fehér mustárt, verbénát és babérlevelet ajánlanak. Ismét mások káposztamagot és levelet, ürmet, kereklevelű és fehér mályvát meg gyantás lóherét (?) javasolnak. A gyümölcsök közül, *Ruellius* szerint, gránátalma-főzetet lehet alkalmazni, *Dioscorides* szerint pedig a vadfüge gyümölcsét lencsével, köménnyel és borral sem kell megvetni. Végre *Albertus* szerint sok állat, főleg öszvér és ló pusztul el a pókegerek mérgétől. Mert, mint *Bipontinus* mondja, ha a barmok, főleg a vemhes kancák, azt a füvet, melyet a pókegér mérgével megfertőztetett, lelegelik, megdöglenek. *Hierocles* ezért először ezen mérgezés jeleit, azután pedig gyógyítását adja elő. A barmok megmart részeit kemény daganat veszi körül, az állatok nyögnek, a takarmányt megvetik, könnyeznek. Ez ellen borba kevert koriándert ad be az orron keresztül, a nyeldekő táját pedig kutyaganéjjal szorgalmasan kengeti. Mások olajban főzött köménymagot használnak borban és a dagadt részeket, hogy a mérgek kifolyhasson, késsel felhasítják. Egyébként, aki azokat

a közönséges gyógymódokat, amellyel a barmokat a kígyók, skorpiók, pókok és pókegerek marása ellen gyógyítani szokás, ismerni akarja, forduljon *Vegetius*-hoz, aki valamennyi efféle orvosságot szorgalmasan fontolóra vesz. A normannok Franciaországban ezt az egeret nagyon mérgesnek tartják; mert azt hiszik, hogy ha a lovon vagy fekvő szarvasmarhán keresztülszökik, nagy fájdalommal támad az állatnak az ágyéka táján; azt hiszik továbbá, hogy az ilyen állatot még csak meggyógyítani sem lehet, hacsak a pókegér, akár magától, akár üldözve, nem szökik rajta ismét keresztül, de az ellenkező oldalról. Mi mindezeket nagyon babonás dolognak tartjuk.

Fogásmódja és használata. — Az ornitológus * azt beszéli, hogy megölt varjút annyi ideig kell tartani, míg rothadásnak indul, aztán pedig annak a holttestét a pókegerektől látogatott helyre kell tenni, mert itt az illető vidéknek a dög elköltésére összegyűlő egereit könnyen össze lehet fogni. Ennek az egernek a mart sebre tett húsa is meggyógyítja a páciens, minthogy magához vonzza a mérget. *Plinius* szabadon bocsátott egernek levágott farkát elhamvasztja, mert a kutyától megmartak vesztségét meggyógyítja. *Marcellus* pedig kelevények gyógyítására az egész elégetett egernek a hamuját libaszírral keveri, és *Plinius* is ajánlja kelések ellen. *Lucianus* végre a podagra ellen ajánlja ezt az állatot a következő négy méretű jambusversekben:

Alii rubetas, quique vocantur aranei
Mures, lacertas, atque mustelas coquunt.

Állatorvosi munkákban olvasható, hogy a pókegértől kiásott föld a lovak betegségeit meggyógyítja. Végül *Vegetius*, hogy a barmokat marásaiktól megóvjá, egy pókegeret krétával körülvonaloz, magát a kiszáritott egeret pedig haszonnal akasztja az állat nyakára.

Linné (Carolus Linnaeus. 1707—1778).

(Systema Naturae. Regnum animale. Editio decima. 1758.)

A Systema Naturae először kísérti meg a megjelenése idejében ismert összes állatoknak könnyen áttekinthető rendszerbe való foglalását s az élesen megkülönböztetett rendszertani kategóriáknak rövid, szabatos jellemzését, mely ma is mintaképül szolgál. A szűkszavú szabatos jellemzésnek rendszerbe foglalása természetesen csak szükséges, sőt nélkülözhetetlen eszköze az állatország óriás területén való tájékozódásnak, de korántsem célja az állatokkal való tudományos foglalkozásnak, mint ahogy *Linné* szűk látkörű követői egyideig felfogták, sőt itt-ott még jelenleg is felfogják.

* * *

III. (Ordo). Ferae. (Fenevadak. Ragadozók).

Metszőfogaik száma felül hat, hegyesek. Szemfogaik magánosan állók.

* Így nevezi *Aldrovandi* több helyen *Gesnert*.

11. (Genus). *Canis*. (Kutya, eb.)

Metszőfogainak száma felül hat, az oldalsók hosszabbak, távol állók, a közbülsők karélyosak; alul hat, az oldalsók karélyosak. — *Szemfogai* magánosak, görbültek. — *Zápfoga* felül 6, alul 7.

1. *Canis familiaris*. (Házikutya.) Farka balra csavarodott.

a) *domesticus* (házörző k., komondor, kuvasz, juhászkutya). — Fülel felálló, farka alul hosszúszőrű.

β) *sagax* (vizsla). — Fülel lelógók, a hátulsó alszárán mellékujja van.

γ) *grajus* (agár). — Farkasnagyságú, törzse hajlott, arcorra hegyes.

δ) *Molossus* (szelindek). — Farkasnagyságú, ajkai oldalt lefityegnek, teste vaskos.

ε) *aquaticus* (uszár, pudli). — Hosszú göndörszőrű, mint a juh.

ς) *meliteus* (máltai k.). — Mókus nagyságú.

η) *fricator* (mopszli). — Piszeorrú, kőnyafülű, zömök, rövidtestű.

θ) *vertagus* (tacsó, dakszli). — Görbült lábú, megnyúlt testű, gyakran tarka.

ι) *avicularis* (madarász vizsla). — Csonkafarkú.

κ) *extrarius* (újfundlandi k.). — Selyemszőrű, hosszú fülel lelógók.

λ) *aegyptius* (egyiptomi). — Kopasz, szőrzet nélkül.

Többszöre az emberrel él, helyenként szabadon kóborol.

Feje (koponyája) a tetején tarajos. Alsó ajakát fogazott csupasz szegély fedi. Bajszsértéi 5, 6 sorban állanak. Orrlikai kifelé visszahajló öböllel holdalakuak. Fülel a tövük felső szélén visszahajlottak; a hátsó szélök kettőzött, az elülső háromkarélyú. Arcán 7 szőrös szemölcs van. Bundáján nyolc sutura van: nyaki, szegi, könyöki, hasi, szemmelletti, ágyéki, füli, alfeli. Emlője 10 van s ezek közül négy a mellen. Lábai félig úszóhártyásak.

Eszik húst, lisztes növényeket, de kerti veteményeket nem. A csontokat megemészt; füvel meghánytatja magát; erősen rothadt ürülékét, az Album graecumot, kövekre rakja. Lefetyelve iszik; oldalt vizel, mikor a gazdáját követi, gyakran százszor is; más kutyaéknak az alfelét szagolgtatja; nedves orra kitűnik szaglásával. Ujjaira nagyon könnyedén lép; alig izzad; mikor melege van, kiölti a nyelvét; lefekvés előtt körüljárja az udvart, éles hallással alszik, álmodik. A tolaodó nőszni vágyókkal szemben kegyetlen, különbözőkkel bakzik, a nőstény a hímeke elmarja, közösülés alatt egybe ragadva marad; 63 napig jár teherben, 4-et, 8-at szül, a hím kölykek az apákhoz, a nőstények az anyához hasonlítanak. Minden állat között a leg-hűségesebb, tanulékony, az idegeneket gyűlöli, az eléje hajított követ megharapja, a zenére vonyít. Az idegeneket, a délamerikai kutya kivételével, a többi megugatja; a mohamedánok megvetik.

2. *Canis Lupus*. (Farkas.)

Farka nem csavarodott.

Európának főleg hidegebb erdeiben lakik.

Csapatosan kóborol; szarvasmarhát, lovat, disznót, ritkábban embert is gyilkol; az erdőkbe, mert nagyon gyanakodó, nem igen merészel bemenni; a vonszolt kötélről fél. Szeme éjjel világít.

3. *Canis Hyaena*. (Hiéna.)

Farka egyenes, gyűrűzött, tarkójának szőrei felálló, fülei csupaszok.
Hazája India.

Disznónagyságú; hátának szőrei csaknem araszniaiak, felálló, fekete-hegyűek. Szemei arcorrához közel állanak. Fülei csupaszok. Farka feketés gyűrűktől örves; lábszárai fekete gyűrűkkel tarkázottak. Testének sávjai barnák és feketék, harántirányban futnak hátáról a hasáig.

Földbe ásott odukban lakik; étel nélkül hosszabb ideig elél; az emberi holttestekben kegyetlenkedik, melyeket a sirokból ás ki, a temetőkre kártékony.

4. *Canis Vulpes* (a közönséges róka egyik fajtája).

Farka egyenes, a hegye fehér.

Hazája Európa, Ázsia, Afrika, ahol odukat ás.

Teste sárgászöröses. Fülei felálló. Állkapcsai fehérek. Lábai elül feketések.

Odukban lakik, melyeket ez a legravaszabb állat maga váj; a bárányok, ludak, tyúkok, kisebb madarak között kegyetlenkedik, de nem bántja a sólymokat és a bűdösebbeket; az állatok ürülekeit összehordja. Farka töve felett ambróziás szagtól illatozik.

5. *Canis Alopex* (a közönséges róka egyik fajtája, tüzes róka).

Farka egyenes, a hegye fekete.

Köznyelven mezei róka.

Hazája Európa, Ázsia.

6. *Canis Lagopus*. (Jeges róka.)

Farka egyenes, hegye egyenlőszínű a testével.

α. *Vulpes alba*. (Fehér róka.)

β. *Vulpes coerulescens*. (Kék róka.)

Hazája a lappföldi havasokban és Szibériában van.

Lábai a legtömöttebben szőrösek, mint a nyúl lábai.

7. *Canis aureus*. (Sakál.)

Hazája a Kelet.

Tiszta sárga; csapatosan kóborol, tolvajlásra hajlandó; mikor éjjeli kóborlásaik az egyik üvölt, a többi távollevők is üvöltenek; üvöltésök kiállhatatlan, mintegy ugatással megszaggatott vonyítás. — Ezen állat hiteles leírása mindeddig hiányzik.

Georges Cuvier (1769—1832).

(Sur un nouveau rapprochement à établir entre les classes qui composent le règne animal. Annales du Muséum d'histoire naturelle. Tom. XIX. 1812.)

Cuvier ezen örökké nevezetes értekezése veti meg az állatország természetes rendszerének alapját.

* * *

Az állatország osztályainak új csoportosításáról (1812).

Ismeretes dolog, hogy Linné »Férgek« (Vermes) elnevezés alatt azokat a rendkívül nagyszámú és különböző alkotású állatokat hagyta együtt, amelyekre

nézve lehetetlen volt közös ismertetőjegyeket megállapítani. Mikor én első összehasonlító anatómiai értekezéseimen dolgoztam, avval a lehetetlenséggel álltam szemben, hogy valami általánosan érvényeset mondjak, akár a »férgék« idegrendszeréről, akár vérkeringéséről, lélekző-, szaporító-szerveiről, vagy éppen csak emésztőszerveiről is. Ebből egészen világossá vált előttem, hogy ez az osztály nem alapszik úgy, mint a többiek, pozitív ismertetőjegyeken.

Ezért a 3-ik év Floréal hónapjában (azaz 1795. évi májusban) azt ajánlottam a természettudományi társulatnak, hogy a »férgék« bonttassanak szét négy osztályra, amelyek éppoly határozott különbségeken alapszanak, mint azok, amelyek a gerincesek osztályait választják el egymástól. Minthogy pedig nekem úgy látszott, hogy a rákfélék, melyeket *Linné* a rovarokhoz számított, az utóbbiaktól nagyon eltérnek, azt ajánlottam, hogy tőlük elválasztassanak. Ezt a változtatást lassanként általánosan elfogadták. Később *Lamarck* az én osztályaimhoz még kettőt csatolt, t. i. a pókfélék és a sugaras állatok osztályát. Ezen csoportosítás a négy első osztályt gerinces állatok elnevezéssel, melyet *Lamarck* teljes jogosultsággal adott nekik, szembeállítja a többiekkel, mint gerinctelenekkel.

Ami a gerinces állatokat illeti, könnyű rajtok oly nagyszámú vonást találni, amelyek mind a négy osztállyal közösek s eszerint felsőbb rendűek, mint azok, amelyek mindegyik osztályt külön-külön jellemzik. Más szóval, ez a négy osztály bizonyos mértékig ugyanazon terv szerint van alkotva.

A gerinctelen állatokról nem áll ugyanez. Bármely szervrendszerüket akarjuk is leírni, kénytelenek vagyunk csaknem ugyanannyi sémát tervezni, ahány osztályuk van. Az összehasonlító anatómiából tartott előadásaimban mindig ezzel a nehézséggel álltam szemben. Mindannyiszor, valahányszor a gerinces állatok szervezetén uralkodó törvényeket nagy vonásokkal megrajzoltam, részletekbe tévedtem, mihelyt a gerinctelenekről akartam szólni, amelyeket a gerincesekkel szemben úgyszólván az állatország másik felének szoktak tartani.

Végre ráakadtam ennek a bajnak az okára és egyszersmind az orvoslására is. A baj abban van, hogy a régi szokáshoz túlságosan ragaszkodva, nagyon különböző értékű csoportokat tartottam osztályoknak és hogy például a tölem felállított lágytestűek osztálya, ami a fő ismertetőjegyek fontosságát s az ide tartozó élőlények különbségeit illeti, a gerincesek egész sorozatával csaknem egyenlő értékű. Ehhez képest tehát vagy valamennyi gerinces állatot egyetlen osztályba kellett volna egyesítenem, vagy pedig a lágytestűeket szintén több osztályra osztanom. Amikor az állatországot ezen új nézőpontból kezdtem vizsgálni és az állatokat magukat, nem pedig nagyságukat, hasznukat és más efféle mellékkörülményeket vettem figyelembe, arra az eredményre jutottam, hogy négy alapforma, négy főterv az, amely szerint valamennyi állat alkotva látszik lenni. Eszerint az alcsoportok, akárhogy neveztek is el őket a természetbúvárok, csak aprólékos változásokon alapulnak, melyeket bizonyos részek kifejlődése és hozzájárulása okoz, de a terv alapvonásain éppen nem változtat.

Amikor azok felett a legfontosabb szervek felett elmélkedtem, amelyek ezt a hasonlatosságot valamely sokalakú állatcsoporton belül meghatározták,

csakhamar megtaláltam ennek a hasonlatosságnak kielégítő magyarázatát. Az idegrendszer mindeme négy alapalakban ugyanaz marad. Az idegrendszer pedig voltaképpen az egész állat; a többi szervrendszernek csak az a feladata, hogy az idegrendszer szolgálatába álljanak és azt fenntartsák. Nem lehet tehát azon csodálkozni, hogy az idegrendszerrel való viszonyuk szerint rendeződnek el.

Ezen négy ágazat vagy kör elsejét *gerinces állatok* néven mindenki ismeri. Csak nekik van gerincevelejük, melyből oldalt idegek erednek s amelynek eleje agyvelővé fejlődött. Az idegrendszernek ezen főtörzsét csontos vagy porcos csigolyákból álló csatorna foglalja magában; még az ingolának (Petromyzon) oly puha gerincoszlopán is tisztán kivehetők a gyűrűk. Az agyvelőt mindig koponya foglalja körül. Öt érzékszervük és két vízszintes helyzetű állkapcsuk van. A gerinces állatoknak továbbá piros a vére s izmos szívük, májuk, lépük és veséjük van. Minél jobban vizsgáljuk szervezetüket, annál több hasonlóságot fedezünk fel. Mindenki tudja, hogy ez a kör négy osztályra oszlik, még pedig keringési és lélekzőszerveik minősége szerint, mellyel mozgásuk módja és energiája függ össze.

A második kör a *lággy- vagy puhatestűeket* foglalja magában. Nekik is van agyvelejük, de gerincevelejük nincsen; az előbbiből idegzsinegek erednek, melyek szétszórt idegdúcokká egyesülnek. Ennek megfelelőleg sem gerincoszlopuk, sem egyéb vázképződményük nincsen. Izmaik bőrük különböző helyein tapadnak és összes mozgásaik összehúzódadásokon alapulnak, melyek különböző módon mennek végbe, mintegy olyformán, mint a mi nyelvünk mozgásai. Szilárd részeik, ha ugyan vannak, a bőr felszínén fejlődnek. Felismerhető szaglószerveik nincsenek; szemeik gyakran hiányoznak. Végre van keringési rendszerük, lélekzőszervük és májuk.

Ennek a körnek az osztályai, melyeket ennekelőtte én is ugyanannyi rendnek tartottam, *Cephalopodák* (lábasfejűek), *Gastropodák* (haslábuak, csigák), *Pteropodák* (szárnylábuak) és *Acephalák* (fejetlenek, kagylók) néven ismeretesek.

A harmadik kört, mely a másodiktól éppoly élesen különbözik, mint a második az elsőtől, »*Izelt állatok*«-nak nevezhetjük. Testük valóban külsőleg is éppen olyan módon ízelt, mint belsejükben az idegrendszerük. A garatjuk felett levő kis agyvelejükből két idegzsineg ered, melyek a hasuk hosszában húzódnak végig s közönként dúcokkal vannak összekötve, melyek ugyanannyi kis agyvelőnek látszanak s valamennyiből idegek erednek.

Izmaik testgyűrűik belsejében oly módon vannak elhelyezve, hogy a gyűrűket egymástól távolíthatják s egymáshoz közelíthetik. Testök oszlóképessége s az a könnyedség, amellyel oszlási darabjaik életképességüket megtartják, megfelel idegrendszerüknek ugyanannyi apró középpontra való eloszlásának, ahány testgyűrűjük van. Ezen körben, ami az életszerveket illeti, még nagyobbak a különbségek, mint azok, amelyekkel a gerinces állatok körében találkoztunk s amelyek az oly élesen körülírt osztályokra való beosztást tették lehetővé. A kör feloszlik *ízelt férgekre, rákfélékre, pókfélékre és rovarokra*. Ebben a körben átmenetek vannak keringési rendszerrel ellátott és keringési rendszert nélkülöző állatok között, továbbá oly állatok között, melyek élesen körülírt

kopoltyúkkal lélegzenek és olyanok között, melyekben légsövek szállítják a levegőt a test összes részeihez. A fokozott lélekzés az utóbbi esetben ugyanazt eredményezi, mint a gerinces állatokban, s a rovarok bizonyos fokig a madarakat képviselik az ízelt állatok körében.

A negyedik és utolsó körünkben a törvényszerűség egészen új alkotási tervben nyilvánul, mely a növényország leggyakoribb formáira emlékeztet. Ez okból különböző természetbúvárok ennek a körnek egy részét mint növényállatokat írta le s én ezt a nevet a kör összes állataira kiterjesztettem. Sugaras állatoknak is lehetne őket nevezni, minthogy szerveik csaknem mindig egy középpont körül vannak rendeződve, mint egy körnek a sugarai. E névnél mindenki a tengeri csillagokra, meduzákra, tengeri ammonékre, valamint azon számtalan polipra gondol, melyek részint csupaszok, részint korallépítményeket készítenek. De ebbe a körbe oly állatok is tartoznak, melyeknek sugaras szerkezete bár nem oly szembetűnő, de azért mégis csak megvan; ilyenek például a tengeri ugorkák (Holothuria). A sugaras állatok szervezetének többé-kevésbé különböző összetétele szintén lehetővé teszi őket arra, hogy osztályokba soroljuk, melyeknek különbségei csaknem ugyanolyan jelentőségűek, mint azok, amelyeket az ízelt állatokon találtunk. Az infuzóriák is ebbe a körbe tartoznak. Ha az ide tartozó állatoknak idegrendszere is van, úgy az is sugaras szerkezetű; a legtöbb esetben azonban semmi olyat nem lehet felfedezni, ami idegekre emlékeztetne, és föl kell tennünk, hogy ezen állatok idegállománya, ha egyáltalában van, az egész testállományukban el van oszolva.

Általában azt lehet észrevenni, hogy ezen körön belül lassanként az összes szervek eltűnnek vagy egynemű állománnyá olvadnak össze. A tüskésbőrűeknek még van zárt edényrendszerük és vannak tisztán kivehető lélekzőszerveik. Ellenben az infuzóriák egész teste merő egynemű állomány.

Az állatországnak ezen új beosztását a következő szavakban lehet összefoglalni: az összes gerinces állatok és összes ízelt állatok egy-egy csoportot alkotnak. Ezen két csoportnak, mint velők egyenértékűek, a lágytestű és sugaras állatok csoportjai felelnek meg.

Nem is hinnők, hogy ez a látszólag oly kisszerű változtatás mily mértékben árasztott áttekinthetőséget és világosságot az összehasonlító anatómia tanainak épületére. Én már több év óta tettem ezt a tapasztalatot s ez indított arra, hogy erre a beosztásra alapítsam azt a munkát, melyet az állatországról legközelebb kiadni szándékozom* s amely arra van hivatva, hogy az összehasonlító anatómiáról szóló nagy tankönyvemnek bevezetésül szolgáljon.

A rendszer áttekintése a következő:

I. kör. Gerinces állatok (Animaux vertébrés).

1. osztály. *Emlősök* (Mammifères).
2. » *Madarak* (Oiseaux).
3. » *Csúszómászók* (Reptiles).
4. » *Halak* (Poissons).

* Le règne animal distribué d'après son organisation. 1817.

II. kör. Lágytestű állatok (*Animaux mollusques*).

1. osztály. Lábasfejűek (Cephalopodes).
2. » Haslábuak (Gasteropodes).
3. » Szárnylábuak (Ptéropodes).
4. » Fejetlenek (Acéphales).

III. kör. Izelt állatok (*Animaux articulés*).

1. osztály. Gyűrűs férgek (Annélides).
2. » Rákfélék (Crustacés).
3. » Pókfélék (Arachnides).
4. » Rovarok (Insectes).

IV. kör. Sugaras állatok (*Animaux rayonnés*).

1. osztály. Tüskésbőrűek (Échinodermes).
2. » Bél férgek (Intestins).
3. » Polipok (Polypes).
4. » Ázalékállatok (Infusoires).

Theodor Schwann (1810—1882).

(Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Struktur und dem Wachsthum der Thiere und Pflanzen. Berlin, 1839.)

A biológiai tudományok széles mezején a legnagyobb vimányok egyike a sejtelmélet, melyet a növényeken *Schleiden* alapított meg 1838-ban, az állatokon pedig *Schwann* 1839-ben. A szemelvény *Schwann* korszakot alkotó értekezésének bevezetéséből közöl egy részletet.

* * *

Amilyen nagy a növényeknek külső alakjukban való változatossága, éppen olyan egyszerű az ő belső szerkezetük. Az alakoknak ezen rendkívüli gazdagságát csupán csak amaz egyszerű elemi képződmények különböző módon való egymás mellé helyezkedése hozza létre, melyek nagyon-nagyon különbözően módosultak, de lényegökben mindenütt ugyanazok, tudniillik sejtek.

Az állatok, valamint külső alakjukban is sokkal változatosabbak mint a növényvilág, főleg a felsőbb rendűek felnőtt állapotukban, úgy egyes szövetekben is sokkal változatosabb szerkezetűek. Mily nagy mértékben különbözik az izom az idegtől, ez a sejtszövettől (azaz a mai kötőszövettől), melynek a növényi sejtszövettel csak a neve közös, vagy pedig a rugalmas szövettől, szaruszövettől stb. Ámde ha ezeknek a szöveteknek a fejlődésére térünk vissza, úgy kitűnik, hogy mindezek a változatos alakok hasonlóképpen csak sejtekből fejlődnek és pedig oly sejtekből, melyek a növénysejtekkel analógok és egymással vegetatív életnyilvánulásaikban részben a legfeltünőbb módon megegyeznek. Ennek vizsgálatok alapján való bebizonyítása a célja ezen értekezésnek.*

* *Schwann* itt a növénysejtek és szövetek ismertetését adja, melyet elhagytunk.

Ezeknek előrebocsátása után térjünk már most át az állatokra. Már gyakran figyelmeztettek egyes állati képződményeknek a növényiekkel való hasonlatosságára. Az ilyen egyes hasonlatosságból azonban, egészen jogosan, nem vontak semmiféle következtetést. Nem minden sejt analóg képződmény a növénysejtekkel, és a sokszögletes alak, minthogy a tömötten álló sejteknek szükségképi attribútuma, semmi új bélyeggel sem járul a hasonlatossághoz, mint éppen csak azzal, hogy kifejezi a sejtek sűrű tömötséjét. Ha az állati szövetek sejtjeit a növények amaz elemi képződményeivel analogizálni akarjuk, úgy ez biztosan csak a következő módon lehetséges: vagy 1. oly módon, hogy kimutatjuk, hogy az állati szövetek nagy része oly sejtekből fejlődik, vagy oly sejtekből áll, melyek mindegyikének külön falának kell lenni, és ebben az esetben valószínű, hogy ezek a sejtek a növényekben általánosan előforduló sejtes elemi képződményeknek megfelelnek; vagy pedig 2. a sejtekből álló állati szövetekre nézve, sejtes szerkezetökön kívül, még azt is szükséges kimutatni, hogy ezekben a sejtekben hasonló erők hatnak, mint a növénysejtekben; vagy pedig, minthogy ez közvetlenül lehetetlen, hogy ama jelenségek, melyekben ezen erők tevékenysége nyilvánul, t. i. a táplálkozás és növekedés, ugyanoly vagy hasonló módon mennek végbe, mint a növénysejtekben. Ebből a szempontból vizsgáltam én is ezt a dolgot, mikor a mult nyáron a békaporontyok farkában levő idegvégződések tanulmányozása alkalmával, nemcsak a chorda dorsalis szép sejtes szerkezetét láttam, hanem még ezen sejtek magját is felfedeztem. Már *J. Müller* kimutatta a halakon, hogy a chorda dorsalis, úgy mint a chorioidea pigmentuma, sajátos fallal ellátott, sűrűn összecsoportosult, külön sejtekből áll. A növényhasonlatossághoz még hozzájárultak a magok, melyek a növénysejtek közönséges lapos magjaihoz az összetéveszthetőségig hasonlítanak. Ámde minthogy ezeknek a magoknak a fontossága nem volt ismeretes, sőt minthogy a kifejlődött növények legtöbbjének sejtjében mag nincs is, ez az észlelet nem volt elég-séges további következtetésekre. *J. Müller* azt, hogy a *Purkinjétől* és *Deutschtől* felfedezett porctestecskék több porcfajtában üresek, tehát a szó tágabb értelmében sejtek, azzal bizonyította be, hogy lassankint nagyobb sejtekbe mennek át, és *Miescher* is megkülönbözteti a porcnak egy sejtes szerkezetű, külön szivacsos csoportját. Magokat szintén ismerünk a porcsejtekben. Minthogy *Müller*, később pedig *Meckauer* is azt észlelte, hogy a porctestecskék a készítmény szélén kiállanak, nagyon valószínűvé vált, hogy a porctestecskéknek legalább is egy részét szorosabb értelemben vett sejteknek, azaz hártáival körülzárt üregeknek kell tartani. *Gurlt* a porctestecskéket a megmaradó porcok egy részében egyenesen hólyagocskáknak is nevezi. Nekem pedig először a békaporontyoknak, később a halaknak kopoltyúporcán is valóban sikerült a porctestecskék sajátos falát észlelnem, és valamennyi porctestecskének megegyezését s ezzel valamennyi porcon szorosabb értelemben vett sejtes szerkezetet kimutatnom. Nehány porcsejt növekedése alatt még a sejtfaalak vastagodását is fel lehetett ismerni. Ez az állati és növénysejtek tenyésztési folyamatának új kibővítése volt. Dr. *Schleiden* úr alkalmilag közölte velem kitűnő vizsgálatait, melyek szerint a növények új sejtjei az anyasejtek belsejében a magból fejlődnek. Ez már most könnyen megmagyarázza a kopoltyúporcok sejtjeinek eddig rejtélyes

tartalmát, melyben maggal ellátott fiatal sejteket ismertem fel. *Meckauer* és *Arnold* különben már előbb találtak a porctestecskékben zsírhólyagocskákat. Mikor rövid idő múlva sikerült valószínűvé tennem, hogy a kopoltyúporcban a fiatal sejtek az anyasejteken belül a magból fejlődnek, a dolog végre dülőre jutott. Az állati testben oly sejteket lehetett találnom, melyeknek magja a sejthez való helyzetében, alakjában és ennek módosulataiban a növénysejtek citoblasztjaival megegyezik, a sejtfal vastagodását, valamint a fiatal sejteknek az anyasejteken belül hasonló citoblasztból való fejlődését és edénnyel való összefüggés nélkül történő növekedéseiket is sikerült kimutatni. Sok részlet még csak növelte ezt a megegyezést, és nem egy részre (t. i. a porcszövetre) nézve a fentebb kívánt bizonyíték, hogy sejtjei a növények elemi sejtjeivel megegyeznek, immár megvolt. Én tehát mindjárt arra gondoltam, hogy a sejtképződés a szerves anyagok fejlődésére nézve bizonyára nagyon elterjedt, talán általános principium. Több, részben maggal ellátott sejt már előbb ismeretes volt, pl. a pete, az epithel, pigment, vértestecskék stb. Közel feküdt ezen ismert sejteket egy nézőpont alatt összefoglalni, és pl. a vértestecskéket az epithelsejtekkel parallelizálni és ezeket, valamint a porc- és a növénysejteket, mint egymással megfelelőket, amaz általános elv realizálásának tekinteni. Ez pedig annál valószínűbbnek látszott, amennyiben ezen sejtek fejlődésmenetének több hasonló mozzanata már ismeretes volt. A vértestecskék magjának jelenlétét, továbbá a magok körül hólyagocskák fejlődését s ezeknek megnagyobbodását már *C. H. Schultz* is kimutatta. *Henle* pedig az epidermis-sejtek tömegének az alsó epidermisrétegektől a felsőig való lassankénti növekedését észlelte. A pete csirahólyagocskájának *Purkinjétől* észlelt növekedése is például szolgált kezdetben arra, hogy hogyan növekedik egyik sejt a másikon, ámbár később valószínűvé vált, hogy nem sejtértékű képződmény, hanem sejtmag, ami azt bizonyítja, hogy nem mindaz, ami sejt, felel meg a növénysejteknek. A növénysejteknek megfelelő sejtek számára valamely külön szót, teszem azt az elemi sejt vagy tenyészősejt kifejezést kellene megállapítani. További vizsgálatok során kitűnt, hogy a sejtképződésnek ama fentebbi principiuma mindinkább realizálódik. A csirahártya egészen sejtekből áll, és a sejtmagokat, később a sejteket is csakhamar megtaláltuk, az állati testnek minden fejlődésben levő szövetében úgy hogy eszerint minden szövet sejtekből áll, vagy sejtekből képződik különböző módon. Ezzel az állati és növénysejtek analógiájának második bizonyítéka is ki volt mutatva.

Charles Robert Darwin (1809—1882).

(A fajok eredete a természetes kiválasztás útján, vagyis az előnyös válfajok fennmaradása a létérti küzdelemben. Fordította *Dapsy László*, revideálta *Margó Tivadar*. Budapest, 1873.)

A múlt századnak a biológiai tudományok terén bizonyára a legnagyobb jelentőségű elmélete a fajok eredetéről szóló elmélet, mely az összes biológiai tudományokat teljesen reformálta. Szemelvényünk *Darwin* 1859-ben megjelent korszakot alkotó munkájának bevezetését adja.

Midőn mint kiküldött természetvizsgáló, a »Beagle« nevű hajón, első nagy körutamat tettem, nagy mértékben meg voltam lepve a Dél-Amerikát lakó szerves lények megoszlására, s az ugyanezen szárazföldön egykor élt s ma élő lények geológiai viszonyaira vonatkozó bizonyos tények által. Ezen tények mint a későbbi fejezetekben látni fogjuk, némi fényt látszanak vetni a fajok eredetére, — a rejtélyek eme rejtélyére, mint legnagyobb természetbölcsészeink egyike nevezte azt. Visszatértemkor tehát 1837-ben azon gondolat merült föl előttem, miszerint mindazon tényeknek, melyek bármi csekély vonatkozással lehetnek is e kérdésre nézve, türelmes összegyűjtögetése és megvizsgálása által talán valamit tisztára lehetne hozni e tekintetben.

Ötévi ily munka után végre elkezdtem e tárgy fölött kissé behatóbban gondolkodni, s az eredményről némi csekély jegyzékeket készítettem magamnak, mígnem 1844-ben aztán azon következtetéseket, melyek valószínűeknek látszottak előttem, egy kis vázlattá bővítettem ki. Ez időtől fogva egész a mai napig kitartóan folytattam tanulmányaimat, ép ezért remélem, hogy meg lesz bocsátva, ha néha-néha személyes részletekre is kiterjeszkedem, — azt akarván ezáltal kitüntetni, hogy nemcsak úgy hirtelenében jöttem következtetéseimre.

Művem jelenleg (1859) csaknem be van fejezve; minthogy azonban ennek tökéletes bevégezése több évet vesz igénybe, s minthogy egészségem korántsem áll valami szilárd lábon, kényszerítve vagyok legalább e rövid kivonatot közrebocsátani, és pedig annyiival inkább, minthogy Wallace, ki a malayi szigetcsoport természetrajzát jelenleg tanulmányozza, a fajok eredetére nézve csaknem ugyanazon eredményekre jutott, mint én. Ő 1858-ban egy rövid emlékiratot közlött velem e tárgyat illetőleg, azon kéréssel, hogy küldeném el azt Sir Charles Lyellnek, ki aztán a Linnean Societynak szolgáltatta azt át, ami ennek folytán e társulat zsrnájának harmadik kötetében jelent meg. Sir C. Lyell s dr. Hooker, kik az én munkámmal mindketten ismeretesek valának, — az utóbbi olvasván fel 1844-ben annak egy rövid vázlatát, — azon ajánlattal tisztelének meg, miszerint jó lenne Wallace emlékiratával együtt az én irataimból is közleni valami rövid kivonatot.

Ezen kivonat, melyet tehát ezennel közrebocsátok, természetesen még igen tökéletlen, azon idézeteket és szerzőket sem lehetvén még ebben felsorolnom, melyeket különböző állításaim mellett alapul használtam, s egyedül arra kellvén támaszkodnom, hogy az olvasónak lesz talán némi bizalma pontosságom iránt, — habár kétségkívül mindemellett is több tévedés csúszhatott be munkámba, bármennyire óvatos voltam is, hogy csak megbízható tekintélyeket használjak. Senki nem érzi jobban, mint én magam, annak szükségét, hogy mielőbb részletesen közöljem azon tényeket is, melyeken következtetéseim alapulnak, s remélem is, hogy következő művemben tenni foghatom azt; mert jól tudom, hogy a jelen kötetben vitatott pontok közül alig van egy is, melyre nézve oly tényeket ne lehetne felhozni, melyek az általam belőlök vont következtetésekkel látszólag gyakran homlokegyenest ellenkező eredményekre vezetnek. Biztos eredményt csak úgy érhetünk el, ha a kérdésekre vonatkozó okokat s tényeket mindkét felől pontosan meglátoljuk; ezt pedig a jelen műben tennem teljes lehetetlen.

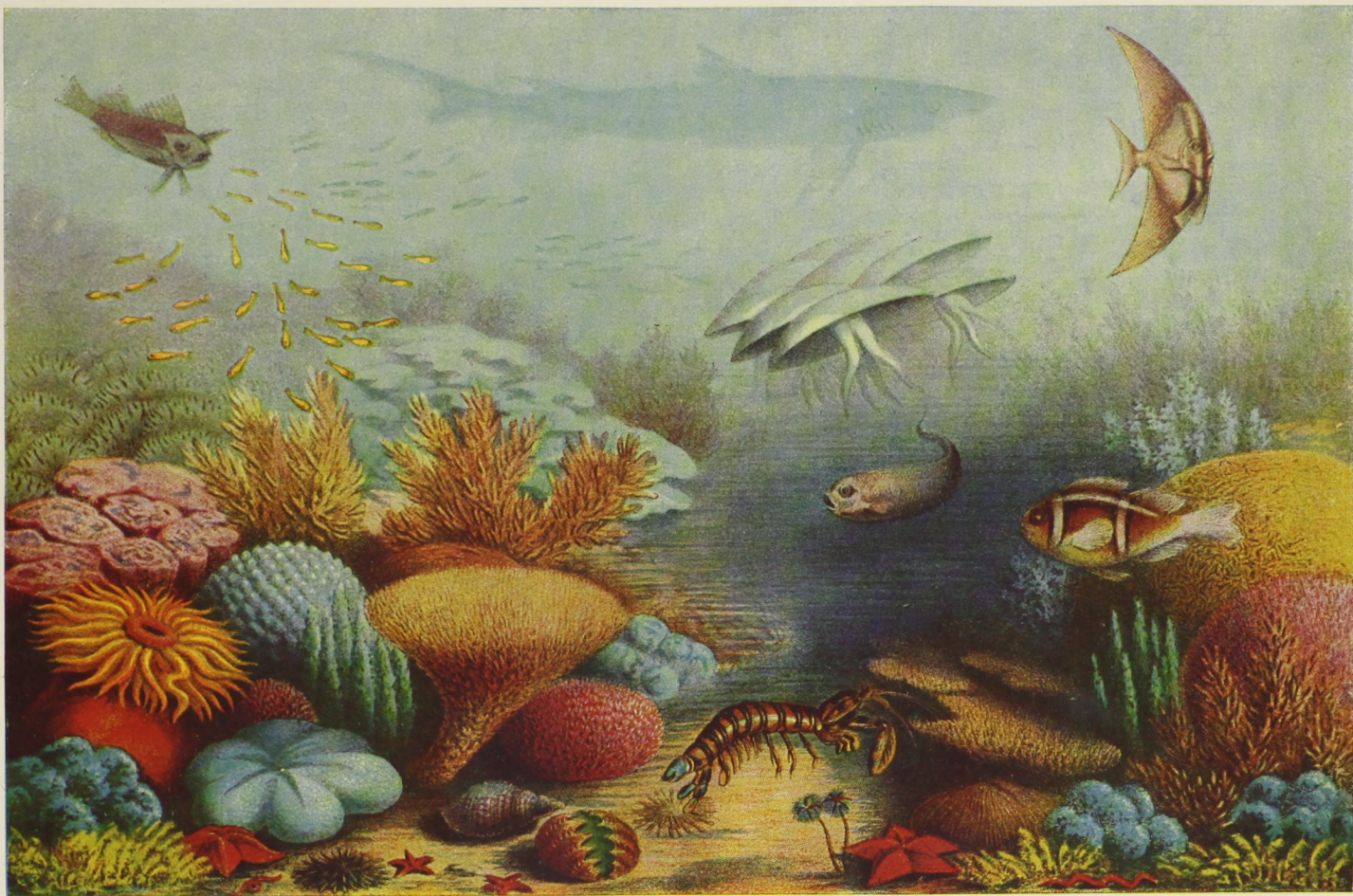
A fajok eredetét illetőleg könnyen megérthető, ha a természettudósok, a szerves lények kölcsönös rokonsága, azok embriológiai viszonya, geográfiai elterjedése, geológiai egymásutánkövetkezése s több ily tények fölött gondolkodva, azon következtetésre jöttek, miszerint a fajok nem egyenként külön teremtetek, hanem, mint a válfajok, valamely más fajból származtak. Mindemellett ily következtetés, még ha bármi jól meg van is alapítva, addig nem elégíthet ki bennünket, míg ki nem mutatható, hogy az egykor e földön élt számtalan fajok miként változtak meg annyira, hogy azon szerkezeti tökélyre és alkalmazkodásra eljussanak, mely méltán bámulatunkat költi fel. A természettudósok mind e változások egyedül lehetséges okai gyanánt folyvást az oly külső körülményekre hivatkoznak, mint például a klíma, táplálék stb. — ami, mint alább látni fogjuk, szűkebb értelemben igaz is lehet, az azonban mégis elhamarkodott következtetés, hogy például a harkály egész szerkezetét, lábait, farkát, csőrét és nyelvét, melyek mind oly bámulatos módon alkalmasok a fahéj alatti rovarok fogdosására, szinte pusztán ily külső körülményeknek tulajdonítsuk. A fagyöngyre nézve, mely táplálékát csak bizonyos fáktól szívhatja, és melynek magvait bizonyos madaraknak kell tovaszállítani, s melynek virágaiban a különböző ivarok úgy állanak egymáshoz, hogy multhatatlanul szükségük van bizonyos rovarok közbejöttére, melyek a hímport az egyik virágtól a másikra átvigyük: éppily elhirtelenkedés volna ez elődi szerkezetét s ennek más különböző szerves lényekhez való viszonyát e külső körülmények vagy a növény szokása, avagy akarata hatásának tulajdonítani.

Nagyjelentőségű azért ránk nézve tisztában lenni ez átalakulás és változás felől. Vizsgálódásaim kezdetén valószínűnek látszék előttem, hogy a házi állatok s gazdasági növények gondos tanulmányozása a legjobb mód lesz e homályos feladat megfejtésére. És várakozásomban nem is csalódtam; valamint ezen, úgy minden más bonyolult esetről is kivétel nélkül úgy tapasztaltam, hogy bármily tökéletlenek legyenek is a domesticatio alatti átváltozásra vonatkozó ismereteink: mégis a rejtély nyitjához a legjobb s legbiztosabb kulcsot ezek szolgáltatják. Ki merem mondani, hogy az ily tanulmányok nagybecsű volta felől meg vagyok győződve, habár a természettudósok által rendesen elhanyagoltattak is azok.

E célból e rövid kivonat első fejezetét a domesticatio alatti átváltozásnak szentelem. Látni fogjuk, miszerint az elváltozások nagy mérvben való átöröklése legalább lehetséges; s ami még nagyobb fontosságú, látni fogjuk, hogy az egymásután következő változások kiválogatása s összegyűjtögetése által mily nagy hatalom van adva az ember kezébe. Azután a fajoknak a természeti viszonyok közt tapasztalható változékonyságára térek át, amit azonban sajnálatomra sokkal rövidebben vagyok kénytelen érinteni, mintsem a tények hosszú sorának közlése által azt illően tehetném. Mindemellett azonban azt hiszem, képesek leszünk kissé megvitatni, hogy mily körülmények kedvezők a változásra. A következő fejezetben a létérti küzdelemről fogok szólni, mely az egész földön élő szerves lények között azoknak mértani arányban történő nagy szaporodásából mindenütt kikerülhetlenül bekövetkezik. Ez tulajdonkép a Malthus tana, az egész állat- és növényvilágra alkalmazva. Minthogy minden fajból sokkal több szü-

letik, mint amennyinek megélni lehet, s minthogy emiatt gyakran küzdelem támad a létért: önkényt következik, hogy minden oly lénynek, mely az élet igen bonyolult s gyakran változó körülményei között bármily csekély mértékben is előnyösen változik magára nézve, nagyobb valószínűsége van a fennmaradásra; — vagyis *a természet által kiválasztatik*; mivel az átöröklés szilárd törvényénél fogva minden ily kiváló válfaj új, megváltozott alakját hajlandó tovább tenyészteni. A természeti kiválás ez alaptétele némileg terjedelmesebben lesz a 4-ik fejezetben tárgyalva, ahol is látni fogjuk, hogy csaknem kivétel nélkül a természeti kiválás okozza a kevésbé tökéletes élet-alakok kihalását, és az általam úgynevezett *jellegi eltérésekre* (divergence of character) vezet. A következő fejezetben az elváltozásnak bonyolult és kevésbé ismeretes törvényeit fogom fejtegetni; az ezután jövő 5-ik fejezetben pedig az ezen elmélet elfogadhatása ellen felhozható legfeltűnőbb s legsúlyosabb nehézségeket adom elő, t. i. először az átmenetek (transitions) nehézségét, vagyis azt, hogy egy egyszerű lény vagy egy egyszerű szerv miként fejlődhetett s tökéletesedhetett egy nagy mérvben kifejlett lénnyé vagy egy mesterileg szerkesztett orgánummá; másodsor az ösztönt, vagyis az állatok szellemi képességét; harmadszor a korcsképződmények tanát, vagyis a fajok magtalanságát s az egymással keresztbe párosított válfajok termékenységét; és végre negyedszer a geológiai adatok tökéletlenségét. Az ismét ezután következő fejezetben a szerves lények geológiai egymásutánját, a 12-ik és 13-ik fejezetben pedig azok geográfiai elterjedését, a 14-ikben ezek osztályozását, vagyis úgy kifejlett, mint embrionális állapotukban nyilvánuló kölcsönös rokonságukat, s végül az utolsó fejezetben az egész mű összvonatát és néhány befejező megjegyzést szándékozom adni.

Ha valaki a fajok és válfajok eredetét illetőleg mindezek után is még sok kérdést lát megfegtetlenül, ez éppen nem lehet meglepő reá nézve; kivált ha illően gondolóra veszi azt, hogy mily keveset tudunk még a *körültünk élő lények* egymáshoz való kölcsönös viszonyairól is. Ki tudná megmondani például, hogy miért van úgy elterjedve, s miért oly számos az *egyik* faj, míg a másik ezzel rokon faj csak gyéren is alig található egy kis területen? És pedig mind e viszonyok nagyfontosságúak, mivel ezektől függ jelen jóléte, sőt, mint hiszem, jövőbeli boldogulása és fejlődése is a földet lakó minden élőlénynek. De még kevesebb az, mit a földön *egykor élt* számtalan lényeknek kölcsönös viszonyaira nézve a régmúlt geológiai korszakok alatt tudhatunk. Azonban habár sok homályos maradt is, s az fog maradni még továbbra is: én amennyire csak tőlem telt, a leggondosabb tanulmányozás, s a legelfogulatlanabb ítélet után sem kételkedhetem azon, miszerint ama nézet, melyet a legtöbb természettudós a legújabb időkig táplált, s melyet előbb egyideig én is elfogadtam, hogy t. i. minden faj külön teremtetett, — csak egy nagy tévedés. Teljesen meg vagyok győződve, hogy a fajok nem változhatlanok, hanem hogy sőt inkább mindazok, melyek egy, most az ú. n. »ugyanazon genushoz« tartoznak, valamely más előbbi, s többnyire már kihalt faj egyenes utódai, éppúgy, amint valamely faj elismert válfajai is csak ugyanazon faj utódai. Végül meg vagyok győződve, miszerint a természeti kiválás volt a leglényegesebb, habár nem egyedüli eszköze ez átalakulásnak.

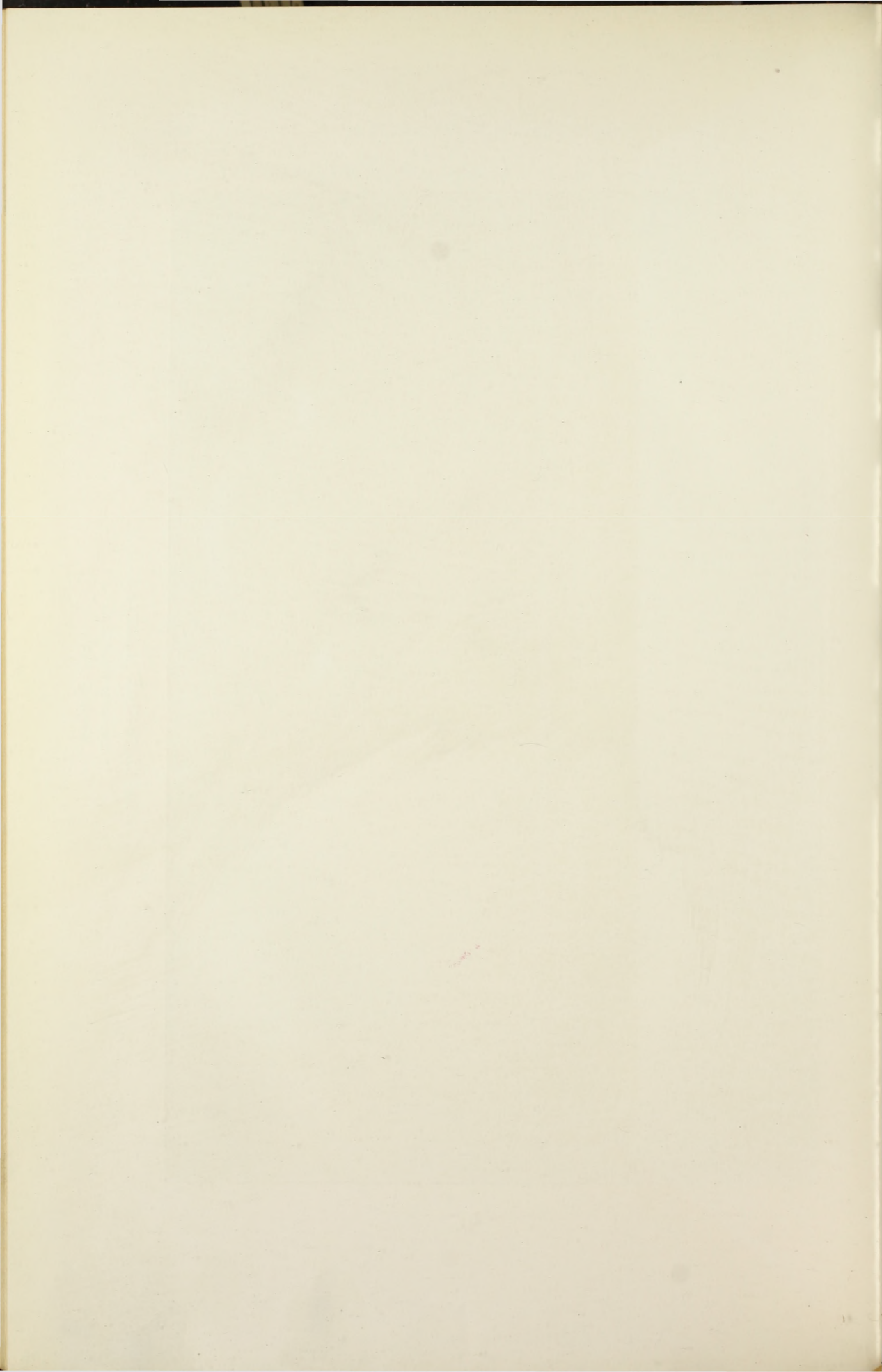


Az Allenacum r.-l. nyomása.


A KORALLZÁTONYOK ÁLLATVILÁGÁBÓL,

Állatalkotta virágoskert.

Haeckel Ernő rajza.



AZ ÁLLATOK SZERVEZETE, ÉLETE ÉS FEJLODÉSE.

 A SZEMÜNKET az óceánok mélységes vizeiben folyó pezsgő életre vetjük, az állatvilágnak oly szemkápráztatóan változatos alakjai ötlenek elénk, hogy hamarjában alig ismerjük ki magunkat. A tenger felületét borító moszatok sűrűjét a változatosnál változatosabb alsóbb- és magasabbrendű állatoknak olykor bizarr alakjai népesítik. A tenger fenekén a sziklákra tapadva különböző korallok, pompás virágállatok, kecses alakú szivacsok, tengeri liliomok, mohaállatok milliói élnek érdekes zűrzavarban. Közöttük csillagállatok, tengeri sünök bujkálnak és fürge halacsók kergetőznek, a sziklák mögül pedig hatalmas ollójú rákok és ijesztő külsejű, sokkarú lábasfejúek bújnak elő, s zsákmány után leselkednek. A tenger alján egyhangú életet folytatnak a kagylók, csigák és más puhatestűek. A felsőbb rétegekben különböző óriás bálnák, halak, közöttük a rettenetes cápák hasítják a hullámokat. Mennyi különböző, változatosnál változatosabb és furcsánál furcsább alak! Hátha ezekhez még hozzágondoljuk a szárazföld állatait, a rovarok, pókok, százlábúak seregét, továbbá a békák, gyíkok, kígyók, teknősbékák, krokodilusok képviselőit; a lég urait, a cifratollú madarakat, azután a különböző emlősállatokat. Majd egy pillantást vetünk az élősködő állatoknak a szertelenségig különös formáira, továbbá azokra a parányi szervezetekre, amelyeket a mikroszkóp tárt elénk, az alakoknak oly eltérő sorozatával ismerkedünk meg, hogy valóban merész vállalkozásnak tűnik fel, a földünket benépesítő lények szervezetét és életét egységes alapon tárgyalni s kimutatni e szervezetekben az egységet.

Pedig a természetvizsgálók főfeladatukat minden időben a különböző természeti tárgyaknak alkotórészeikre való bontásában és egységes alapokra való visszavezetésében látták. A középkori alchimiának naiv ábrándképeiből akkor bontakozott ki a kémia tudománya, amikor kiderült, hogy a kémiai testek elemekből vannak összetéve, s ezeknek egyesítése révén azok elő is állíthatók. Az állatokról szóló tudomány is keresztülesett ezen a fejlődési folyamaton. A régi bűvárok tudásvágyát teljesen kielégítette az állatok alakjának, hasznuknak és káruknak tanulmányozása. Vizsgálódásukat nem az igazi tudomány elvei, az igazság, a törvényszerűség kutatásának gondolata, hanem a hasznosság szempontja

irányította. Ebből a kezdetleges, minden tudományos alap nélküli ismeretek halmazából akkor bontakozott ki az igazi tudományos állattan, amikor a XIX. század közepe táján kimutatták azt a nagyfotosszerű ténnyt, hogy az összes

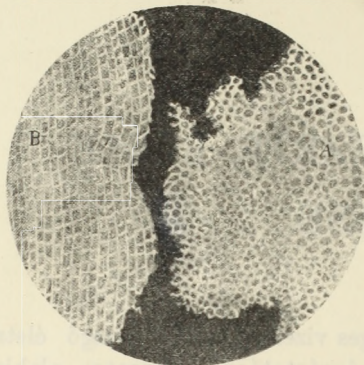
állatok alapszervezetét véve egyformán alkotott alapegységekből, úgynevezett *sejtekből* vannak összetéve.

Ami a kémikusnak az elem, az a biológiai gondolkodású zoológusnak a sejt. A sejt az az alapegység, amelyre az egyes állatok testét alkotó szervek különféleségeit és így végeredményében az állatok eltérő alakjait visszavezeti, és az az alapegység, amelynek különböző csoportosulásából az állatok különböző alakját származtatja s melyeknek összműködése alapján igyekszik az állatok bonyolult életfolyamatait megérteni és magyarázni.

Vannak állatok, amelyek egész életükön keresztül egyetlenegy sejtből állanak.

Ezek az egysejtű szervezetek: a véglények. Ezekkel szemben az összes többi szervezetek csak fejlődésüknek kezdő szakán állnak egy sejtből. Későbbben a sejt osztódása által több sejt keletkezik, melyek együttvéve mérhetetlenül változatos csoportosulásban azoknak az állatoknak a testét alkotják, amelyeket az egysejtűekkel szemben *soksejtűeknek* nevezünk. A sejt tehát olyan alapegység, amely egymagában véve is önálló szervezet, melyen ugyanazokat az életjelenségeket észlelhetjük, mint a bonyolódott szerkezetű állatokon. Szóval a sejt maga elemi szervezet, s ennek megfelelően minden sejt egyformán mozog, táplálkozik, növekedik, szaporodik s amelletts külső ingerekre célszerű változásokkal felel. Minthogy a sejteknek ilyenformán egyik alaptulajdonsága a szaporodás, nem csodálkozhatunk azon, hogy soksejtű szervezetek is jönnek létre. Az állatok egy részénél, nevezetesen az egysejtű szervezeteknél, a sejt szaporodása által keletkező lények különálló és egymástól független életet folytatnak. A soksejtű szervezeteknél a sejt szaporodása által keletkezett sejtek együttmaradnak, s egyesült erővel vágnak neki az életnek. Élettani tekintetben a soksejtű és az egysejtű szervezetek között nincs lényeges különbség. Amit az egysejtű szervezetnél egy sejt végez, azt a soksejtű szervezetnél a munkamegosztás elve alapján sok sejt teljesíti. Csak alakut tekintetben van közöttük különbség, amennyiben az egysejtű szervezetek egyetlen alapegységből, a soksejtű szervezetek pedig egynél több, sőt legtöbbször megszámlálhatatlan mennyiségű alapegységből vannak összetéve. A soksejtű szervezetek változatos alakja és szerveinek sokfélesége a testüket alkotó sok sejt együttmaradásának és az ezzel kapcsolatos munkamegosztásnak, továbbá a sok sejt együttélése által megváltozott életfeltételek hatásának a szükségszerű következménye.

A soksejtű szervezeteket sokszor az emberek államaihoz hasonlították. A hasonlat valóban találó is! A soksejtű szervezetek sejtállamában az egyes



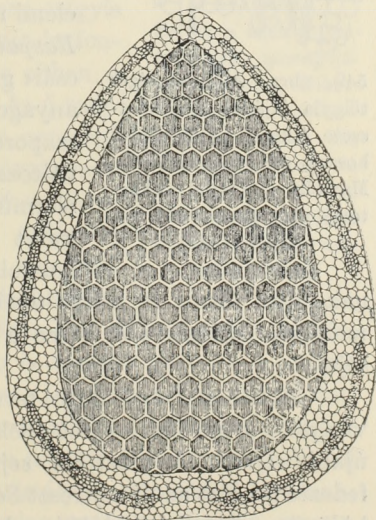
547. ábra. A parafa sejtjei. Hooke Róbert angol fizikus »Micrographia« című munkájából (1667).

embereket az egyes sejtek képviselik. A primitív soksejtű szervezetekben az egyes sejtek éppen úgy, mint a primitív államban az egyes emberek, egyformák. Később a magasabbrendű soksejtű szervezetekben a sejtek, miként a magasabbrendű, tehát igazi államokban, a munkamegosztás elve alapján elkülönülnek. Az egyesüléssel és elkülönüléssel kapcsolatban a soksejtű szervezetek sejtállamában az egyes részek egészen új tehetségekre tehetnek szert. A fejlődő és egyre bonyolódó sejt kölcsönösség alapján a sejtállamot alkotó sejtek abba a helyzetbe kerülnek, hogy munkaerejüket bizonyos meghatározott irányban összpontosíthatják és fokozhatják. Ezzel karöltve bizonyos irányban több és jobb munkát nagyobb megerőltetés nélkül végezhetnek, s a külső körülményekhez ekként jobban alkalmazkodhatnak. Az egyre fokozódó munkamegosztás szüli a soksejtű szervezetben az egyenlőtlen munkát végző sejteknek szembe-tűnő különbözőségét. Az egyesülés és az elkülönülés tehát az a mód, amellyel a természet az állati szervezetek változatos alakjait formálja. A sejtállamban egyesülő sejtek szükségképpen megváltoznak, mert a rájuk ható különböző erők különféleképpen hatnak; a szervezet egy részének megváltozása pedig a többi részek megváltozását vonja maga után. Az elsődleges változásokra másodlagosak, ezekre pedig újabb és újabb változások következnek, úgy hogy a sejtek együttélésének minden további szakasza a változások újabb sorát hozza létre, szóval a bonyolódás folytonos, s útja végtelen és beláthatatlan.

A sejtek elkülönülésével együtt jár az életműködések megoszlása. Ezzel karöltve pedig a működések az egyes sejtekben egyénenként jobban megszilárdulnak, egymással jobban kombinálódnak, miáltal sokfélébbekké és határozottabbakká lesznek. A működések azonban ismét visszahatással vannak a sejtekre is, s azoknak újabb elkülönülését hozzák létre. Ennek eredményeképpen azután mindig összetettebb és bonyolódottabb szervezetek jönnek létre, melyeknek részei már annyira függnék egymástól, hogy a csirasejtek kivételével, magukban élni nem tudnak.

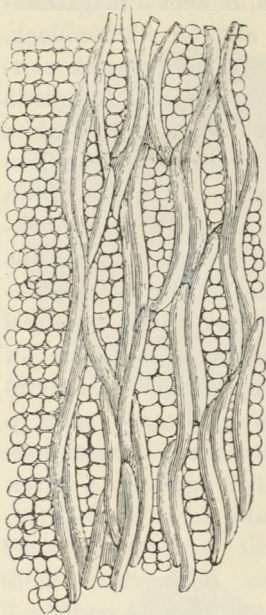
Az állati szervezetek változatosságát, mint az előbbiekből láthatjuk, a sejtekre vezethetjük vissza. Első sorban tehát a sejtek mibenlétével kell tisztába jönnünk. E célból legalkalmasabb azon az úton haladni, melyet a sejt fölfedezésének története jelöl ki számunkra.

A sejtről szóló ismereteink ugyanis idők folyamán igen nagy változásokon mentek keresztül. Az olasz *Marcello Malpighi* (1679) és *Nehemiah Grew* (1682) voltak az elsők, akik körülbelül egy időben a növények testének egyes részeit vizsgálgatták az összetett mikroszkóppal, s abban csöszörű képződmények mellett a méhek sejtjeire emlékeztető, szilárd



548. ábra. Kajszinbarack fiatal magjának keresztmetszete. *Nehemiah Grew*, »The anatomy of plants« című művéből (1682).

falú, folyadékkal, illetve levegővel megtöltött kamrácskákat fedeztek fel, melyeket *Malpighi tömlőcske* (utriculus), *Grew* pedig *Hooke Róbert* (1667) angol fizikus



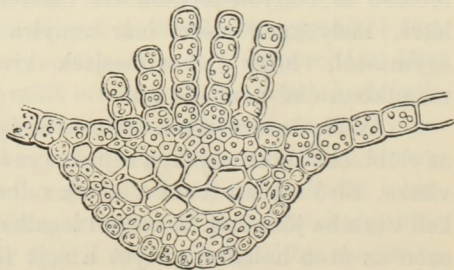
549. ábra. A közönséges tölgyfa fájának hosszmet-szete. A kerek sejtek között hosszú edények láthatók. Marcello Malpighi, »Anatome plantarum« című művéből (1687).

nyomán *sejt* (cellula) névvel jelölt. Már *Malpighi* is ezeket a tömlőcskéket tekintette a növényi test leg-elemibb részeinek és az állatok testében különböző bűvároktól szemecskék, gömböcskék és hólyagocskák néven leírt elemi részekkel hozta kapcsolatba; a sejteket ő azonban csupán látta, de igazi jelentőségüket még nem ismerte fel. Utána *Treviranus* kimutatta, hogy a növények edényei több sejt egyesüléséből állanak elő. Eközben a sejt jelentősége annyiban is öregbedett, amennyiben kiderült, hogy az alsóbbrendű növények sorában vannak olyan szervezetek (moszatok), melyek egész életükön keresztül egyetlen egy sejt-ből állanak. Mindezekből nyilvánvalóvá lett, hogy a sejtek bizonyos körülmények között egymagukban is tudnak élni és hogy egyesülésük és átalakulásuk által új képződményeket hozhatnak létre.

Dutrochet (1824), *Turpin* (1826) és *Raspail* (1831) észleleteik alapján a sejtet már nemcsak anatómiai elemi résznek, hanem életteni egységnek is tekintették. *Raspail* szerint a növények sejtjei és az állatok »hólyagcsái« gázokat és folyadékokat vehetnek fel, különböző anyagokat választhatnak ki, s ily módon növekednek, szaporodnak, emellett egymással összeköttetésbe lépve, változatos módon megváltoznak; a sejtek ezen elemi életműködésére vezethető vissza szerinte az egész szervezet élete. *Dutrochet*, *Turpin* és *Raspail* szellemes gondolatai azonban csak nagyon lassan tudtak maguk-

nak utat törni. A sejtet továbbra is csupán alaktani egységnek tartották, melynek legfontosabb része a szilárd sejtfa.

1833-ban *Brown*, angol természet-vizsgáló, a növényi sejtek belsejében újabb sejtalkotó részt, a sejtmagot fedezte fel. Ezt az új sejtrészt *Schleiden* különösen fiatal, fejlődőfélben lévő sejtekben mindenütt megtalálta, s ez a körülmény olyan gondolatot fakasztott benne, mely igen alkalmasnak látszott arra, hogy a sejtek keletkezésének rejtélyét fizikai-kémiai alapon megoldja. Szerinte a sejtkepződés a kristályosodás folyamatához hasonló módon megy végbe; a fiatal sejt, felfo-gása szerint, szerves anyagok megfelelő oldatából, az úgynevezett citoblaszté-

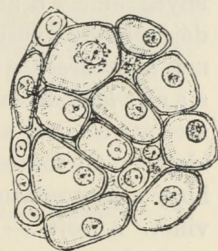


550. ábra. Sejtke egy lombos moha leveléből. Schleiden, »Die Botanik als induktive Wissenschaft« című művéből (1838).

mából éppen úgy jön létre, mint a timsókristály az anyalúgból. A szerves ösanyagban először egy szemecske válik ki, mely körül lecsapódási hártya keletkezik; a lecsapódási hárttyával körülvett szemecske a sejtmagnak felel meg. A kifejlődött sejtmag azután újabb lecsapódási hárttyával, a sejtfallal veszi magát körül s készen van a sejt, melyből oszlás útján újabb sejtnemzedékek fejlődnek. *Schleiden* magyarázata tévesnek bizonyult ugyan, de a sejt ismeretét lényegesen előmozdította, amennyiben a sejtnak nagyon fontos alkotórészére, a sejtmagra, irányította a bűvárok figyelmét.

A sejtmagot *Schwann* *Tivadar* az állati szervekben és szövetekben is mindenütt megtalálta, s ez a vizsgálati eredmény őt arra ösztönözte, hogy *Schleiden* tanát az állatokra is kiterjessze. Vizsgálatai alapján szerinte nemcsak a növények, hanem az állatok teste is sejtekből épül fel. 1839-ben megjelent könyve új korszakot nyit meg a biológia történetében. Őelőtte már nagyon sokan látták és ismerték a sejteket, azonban *Schwann* volt az első, aki a rájuk vonatkozó vizsgálatokat összefoglalta, saját rendszeres kutatásaival kiegészítette, s kimondta azt az általános, nagyjelentőségű törvényt, hogy az összes élő lények végeredményben sejtekből állanak, s ezzel az egész biológiát új, a réginél biztosabb és szilárdabb alapra helyezte. Egyébként *Schwann* felfogása a sejtekről még *Schleiden*ével egyezett meg, vagyis még sok tévedést rejtett magában. Szerinte a sejt legfontosabb része a sejtfal, ezen belül a sejtnedv, s ebben a második fontos sejtrész, a sejtmag foglal helyet. Az ő meggyőződése is az volt, hogy a sejtek keletkezése egyszerű fizikai-kémiai folyamat, mely a kristályosodás törvényeire vezethető vissza. Sőt *Schwann* bizonyos tekintetben távolabb jutott az igazságtól mint *Schleiden*, mert *Schleiden* felfogása szerint csak a legelső növényi sejtek keletkeztek a kristályosodáshoz hasonló módon, ellenben később minden sejt csak meglevő sejtből fejlődhetik, szóval *Schleiden* már teljes határozottsággal kifejezte azt az eszmét, melyet mai nap is igaznak tartunk s melyet később *Virchow* ebben a mondatban foglalt össze: »Omnis cellula e cellula«, azaz minden sejt sejtből fejlődik. Viszont *Schwann* szerint állatokban a sejtek még ma is ilyen ősi módon fejlődnek; a nyirokban például állandóan körülbelül oly módon képződnek új sejtek, mint ahogy a kristályok oldatukból kiválnak.

Mindezekről a tévedésektől azonban aránylag gyorsan tisztult meg a sejtről szóló tan. Mindenekelőtt kiderült, hogy élő sejtek csak már meglevő élő sejtekből keletkezhetnek osztódás vagy bimbózás útján; szerves folyadékokból kristályok módjára sohasem keletkeznek sejtek. Azonkívül a vizsgálók kimutatták, hogy a sejtfal nem lényeges része a sejtnak; állati sejtekben például nagyon gyakran hiányzik; az egysejtű véglények és egysejtű növények rajzósejtjei szintén sejtfal nélkül élnek, a rajzósejtek fejlődésekor visszamaradó sejtfal pedig élettelen. Az életjelenségekhez nem okvetlenül szükséges tehát a sejtfal, és a sejtnedv is csak az elaggott sejtek sajátja. Annál szükségesebb azonban



551. ábra.

Sejtek a béka kopolyájának porcogójából. *Schwann*, »Mikroskopische Untersuchungen über die Übereinstimmung in der Structur u. dem Wachstum der Tiere u. Pflanzen« című művéből (1839).

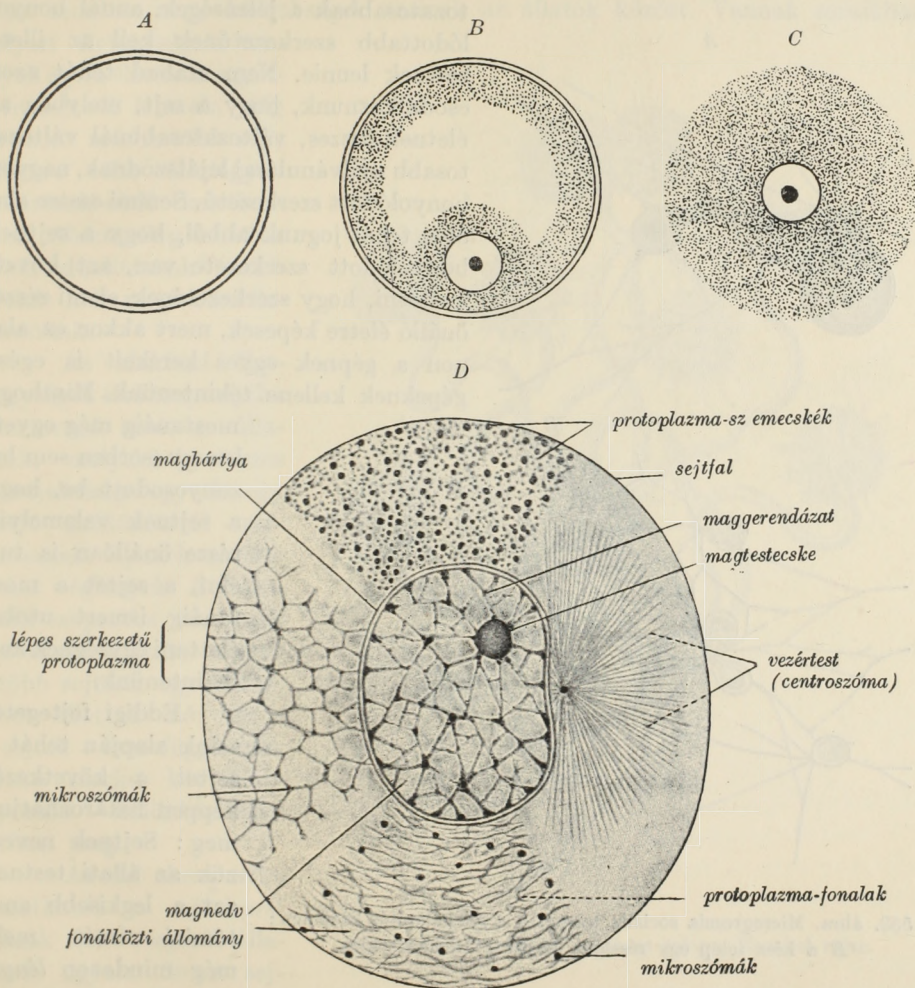
az életjelenségekhez az a mostanáig figyelemre alig méltatott anyag, melyet *Schleiden* »növényi nyálka« névvel jelölt. Ezt az anyagot, mely némely növényi sejtekben élénken áramlik, később 1846-ban *Mohl* protoplazma névvel jelölte. Hasonló, egynemű szemecskéket tartalmazó anyagot talált *Dujardin* a véglények testében. Erről a nyálkás, a fényt a víznél erősebben, de az olajnál sokkal gyengébben törő anyagról, melyet *sarcodénak*, azaz húshoz hasonló, húsнемű anyagnak nevezett, kimutatta, hogy táplálkozik, növekedik, idegek nélkül ingerlékeny és izmok nélkül összehúzódik, szóval az összes életjelenségeket mutatja. Mindezek a vizsgálatok teljesen megváltoztatták a sejtre vonatkozó felfogást.

Schultze Miksa 1863-ban kimutatta, hogy minden sejtben van egy olyan anyag, amely a növények protoplazmájával és az alsóbbrendű véglények *sarcodéjével* megegyezik. Ezt az anyagot, mely az összes élő sejtekben megvan, s melynek működéséhez fűződnek az összes életjelenségek, protoplazma névvel jelölte, s a sejt legfontosabb és leglényegesebb részének tekintette. A sejt lényegéhez szerinte csupán a protoplazma és a sejtmag tartozik. A *Schleiden* és *Schwann* idejében oly fontos sejtrésznek tekintett sejtfalról és sejtnedvről pedig kimutatta, hogy a protoplazmának holt terméke, mely a sejt életében csak passzív szerepet vihet. A sejt — *Schultze* meghatározása szerint — életjelenségeket mutató protoplazmacsepp, mely belsejében magot tartalmaz. Itt azonban meg kell jegyeznünk, hogy *Schultze* és kortársai ezt a protoplazmacseppet korántsem tartották egyszerű kémiai testnek, hanem, az életfolyamatok bonyolultságára való tekintetből, nagyon bonyolódott szerkezetű anyagnak, ezért *Brücke* bécsi fiziológus találó meghatározása nyomán a sejtet éppen ez okból ma is *elemi szervezetnek* tekintjük, vagyis a sejt mai felfogásunk szerint nemcsak alakítani, hanem egyúttal életteni egység is, s mint ilyen az összes életnyilvánulásokra egyaránt alkalmas.

Mint hogy ilyenformán kiderült, hogy a sejt az élet hordozója, a bűvárok figyelme fokozott mértékben a sejtekre irányult. Éles elmével, nagy leleményességgel kigondolt finom módszerekkel hozzáfogtak a sejtek szerkezetének tanulmányozásához, s benne a már ismert főelemeken : a protoplazmán és sejtmagon kívül egy csomó új alkotórészt fedeztek fel. Így a sejtmag mellett a vezértestet (*centrosoma*), a protoplazmában mindenfelé szemecskét, fonalat, melyeknek jelentőségére nézve még nagyon eltérők a nézetek. A bűvárok legtöbbje azonban abban a véleményben van, hogy a friss állati sejtekben kevésbé látható, többnyire csak különböző reagenciákkal és festőanyagokkal való előkészítés után előtűnő képződmények legnagyobb része vagy mindnyája a sejtek igazi szerkezetének alkotórészeiül tekinthető, ezért ma már sejt alatt nem is értünk szilárd fallal körülvett és folyadékkal megtöltött kamrácskát, mint ahogy azt a növények és állatok testének első vizsgálói gondolták, nem is tekintjük ma már a sejtmag körül tömörített élő protoplazma csomócskájának, mint ez a későbbi időkben volt szokás. A bűvárok ma a sejtet az élő anyag (protoplazma) nagyon bonyolódott szerkezetű kis tömegecskéjének tartják.

Némely bűvárok azonban még tovább mennek. Nem akarják a bonyolódott szerkezetű s így összetett sejtet utolsó biológiai egységnek tekinteni,

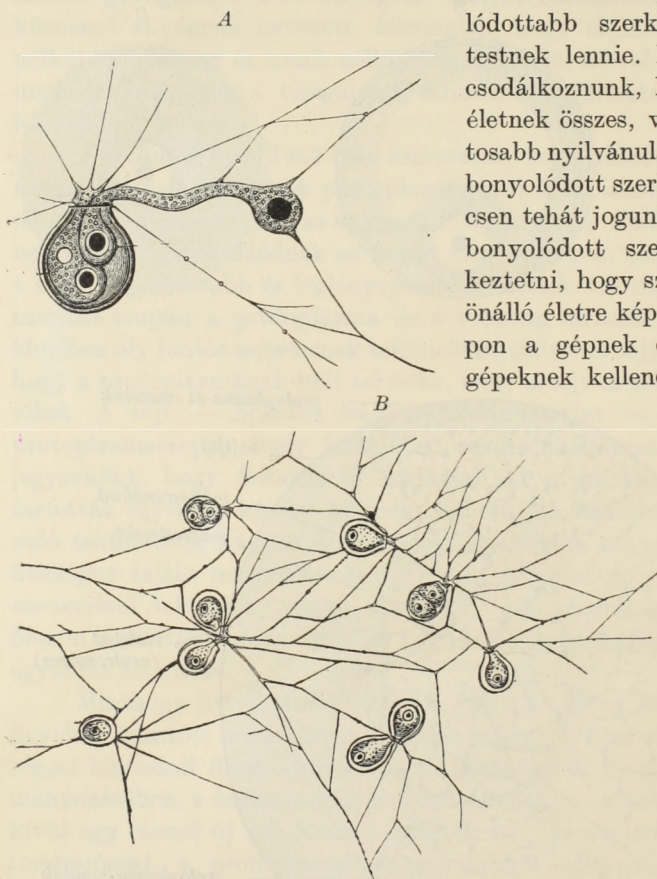
hanem inkább ennek kisebb szerkezeti elemeit hajlandók ilyeneknek tartani. A vitát nagyon könnyű volna eldönteni, ha biztos megfigyeléseink volnának arra nézve, hogy azok a bizonyos kisebb sejtelelemek szabad állapotban egymagukban is önálló életet folytathatnak. Ilyen megfigyeléseink azonban egyáltalában



552. ábra. A sejt fogalmának fejlődése vázlatosan. *A* Malpighi és Grew, *B* Schleiden és Schwann, *C* Schultze és *D* kortársaink felfogása szerint. A *D* rajz a jellemző sejtrészeket kívül a protoplazma szerkezetének három fő alakját (szemecskés, lépes és fonalas) egy sejtben egyesítve érzékíti.

nincsenek, sőt nem is valószínű, hogy valamikor ilyenekre szert tehetünk. Mennél jobban ismerjük meg az életjelenségeket, annál jobban meggyőződhetünk arról, hogy a legegyszerűbb életjelenség is nagyon bonyolódott folyamat és hogy minden folyamat, még a legegyszerűbb is, legalább két különböző test

összműködését követeli. Különálló egynemű test, más testtől nem befolyásolva, és más testre nem hatva, változatlanul állandó marad, vagy csak olyan folyamatot mutat, mely a régebbi hatások következménye. Ha tehát valamely testen új folyamatok észlelhetők, akkor a testnek magának, melyen nyilvánulnak, összetettnek kell lennie, azaz különböző alkotórészekből kell állania. Mennél változatosabbak a jelenségek, annál bonyolódottabb szerkezetűnek kell az illető testnek lennie. Nem szabad tehát azon csodálkoznunk, hogy a sejt, melyben az életnek összes, változatosabbnál változatosabb nyilvánulásai lejátszódnak, nagyon bonyolódott szerkezetű. Semmi esetre sincsen tehát jogunk abból, hogy a sejtnak bonyolódott szerkezete van, azt következtetni, hogy szerkezetének elemi részei önálló életre képesek, mert akkor ez alapon a gépnek egyes kerekeit is egész gépeknek kellene tekintenünk. Minthogy



553. ábra. *Microgromia socialis* telepe. A a telepalapítás kezdetén; B a kész telep egy részlete. Hertwig Richard rajza.

mostanáig még egyetlenegy esetben sem bizonyosodott be, hogy a sejtnak valamelyik része önállóan is tud élni, a sejtet a mostanáig ismert utolsó élettani egységnek kell tekintenünk.

Eddigi fejtegetéseink alapján tehát a sejtet a következőképpen határozhatjuk meg: Sejtnak nevezzük az állati testnek azt a legkisebb anatómiai részét, mely még mindazon lény-

ges elemi életjelenségekre képes, mint az egész bonyolódott szerkezetű soksejtű állati szervezet, vagyis mozogni, táplálkozni, növekedni, szaporodni és külső ingerekre megfelelő, rendesen célszerű változásokkal reagálni tud.

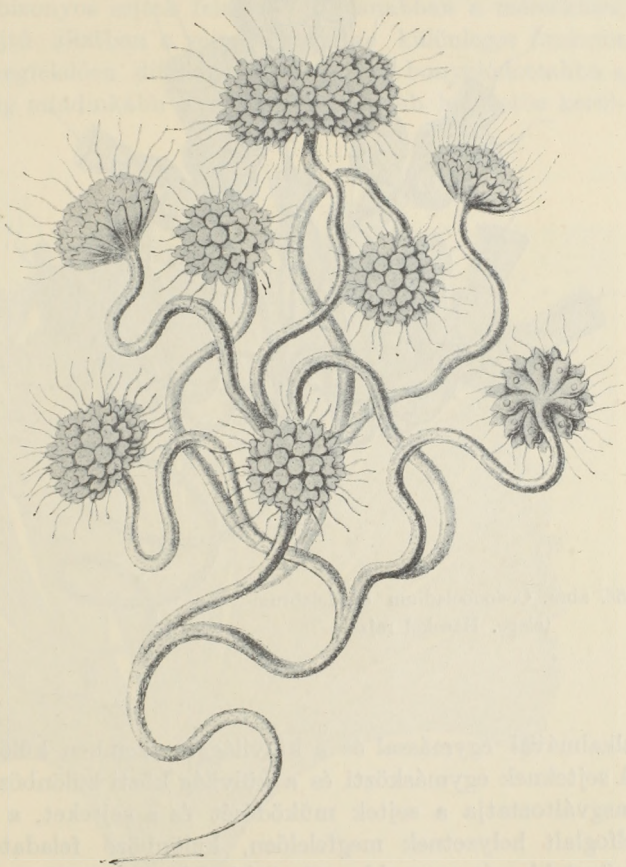
A sejtek a legtöbb esetben nem mint önálló lények, például véglények, élnek, hanem mint egy magasabbrendű, összetettebb szervezetnek alárendelt részei. A sejt az egysejtű szervezeteknél tehát nemcsak anatómiai, hanem egyúttal élettani egység is; a magasabbrendű soksejtű állatoknál ellenben többé-kevésbé elveszti önállóságát és csupán alaktani egységgé válik. Ilyen körülmények között éles különbséget kell tennünk élettani és alaktani egység

között. Élettani egység alatt olyan egységet értünk, mely kifelé el van határolva és mely önállóan meg tud élni, mert az összes életjelenségeket egymagában, önállóan végezheti. Ebben a tekintetben az egysejtű véglény éppen olyan élettani egység, mint bármely soksejtű, bonyolódott szerkezetű állat, szóval ebben a tekintetben az összes állatok megegyeznek egymással. Alaktani tekintetben azonban nagy különbségek vannak az állatok között. Vannak soraikban olyan életegységek, melyek egész életükön egyetlen sejtből állanak, míg viszont mások több sejt, illetve több állategység tömörüléséből keletkeztek. Alaktanilag tehát az individualitásnak több fokát kell megkülönböztetnünk.

Az alaktani élet-egységek első csoportjába tartoznak azok az állatok, melyeknek összes életjelenségei egyetlenegy sejt működésétől származnak. Ilyenek az összes véglények. A második csoportba tartoznak azok az állatok, melyek több sejtnek egyesüléséből állottak elő. Itt a sejtek összefüggésének foka szerint két alcsoportot különböztethetünk meg.

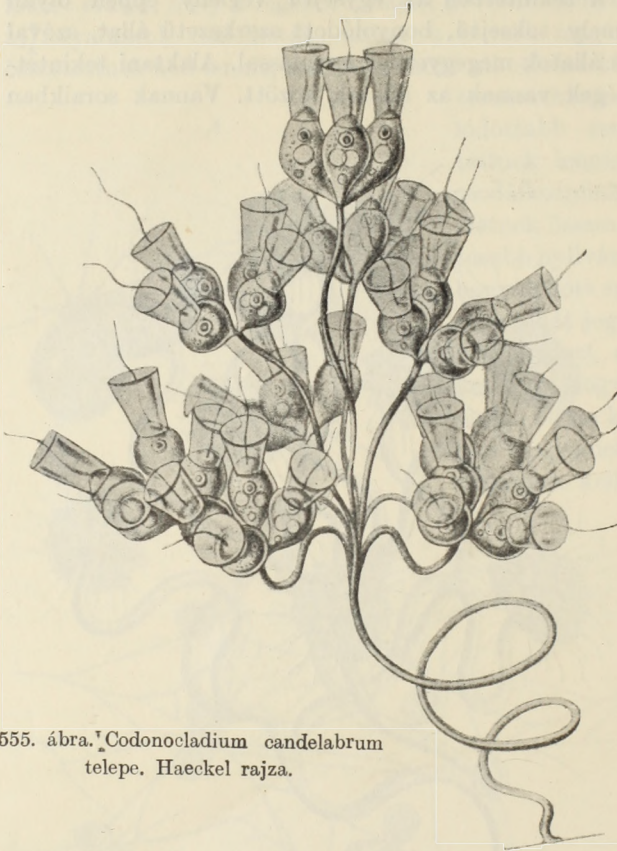
Az első alcsoportba oszthatók a *sejttelepek*. Ezek több sejtből állanak ugyan, de a sej-

tek többé-kevésbé egyformák s a közöttük levő összeköttetés laza. Ilyen például a *Microgromia socialis* nevű véglény (553. ábra) telepe, mely úgy keletkezik, hogy több véglény állábainál fogva összetapadva gömbölyű vagy hálószerűleg kiterült gyarmatot alkot. A telepképzésnek másféle módját észlelhetjük például az *Anthophysa vegetans* (554. ábra), a *Codonocladium candelabrum* (555. ábra) vagy a *Rhipidodendron splendidum* (556. ábra) nevű véglényeken, amelyeknek telepe úgy fejlődik, hogy az osztódás útján keletkező egyének nem válnak szét, hanem közös nyelen ülve együtt maradnak (554. és 555. ábra), illetve közös, többszörösen elágazó csöveket választanak ki (556. ábra). Ide-



554 ábra. *Anthophysa vegetans* telepe. Haeckel rajza.

tartoznak azonkívül azok a telepek is, amelyek táplálkozás céljából esetről esetre létesülnek. Így pl. a napállatocskákról tudjuk, hogy ha olyan kisebb



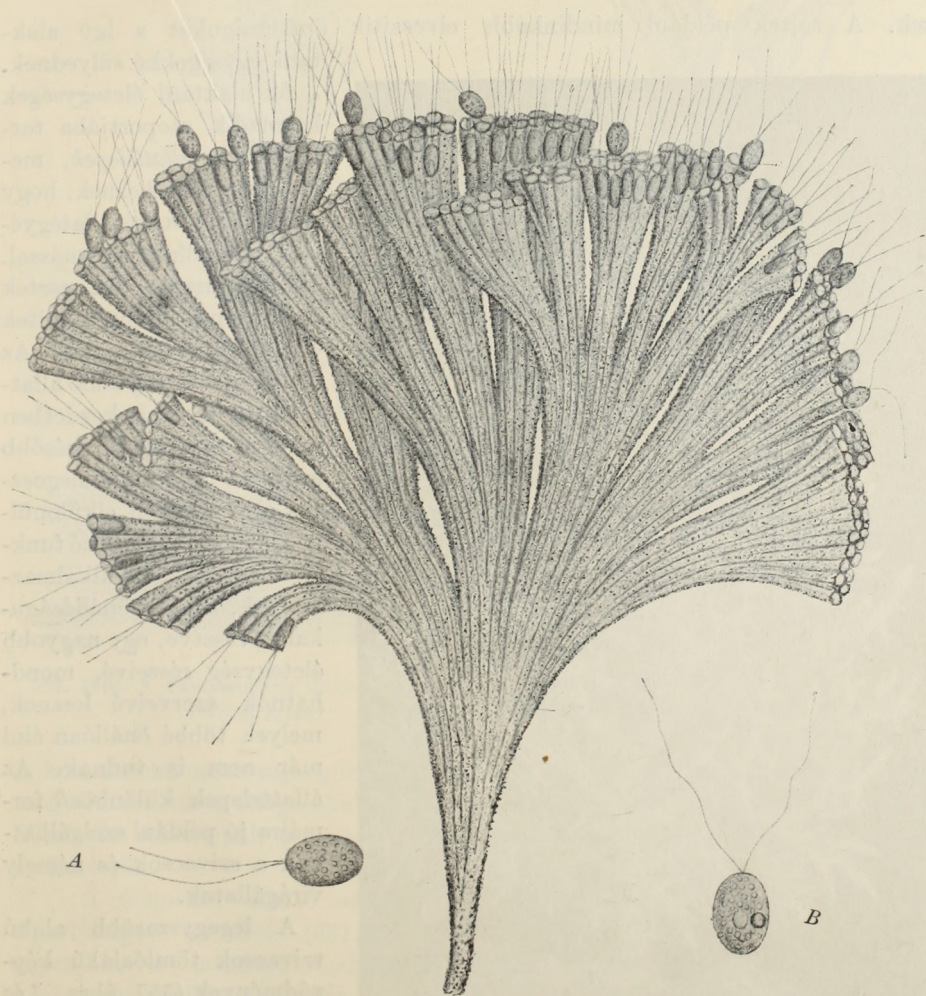
555. ábra. *Codonocladium candelabrum* telepe. Haeckel rajza.

rákocskát (pl. bolharákot) akarnak zsákmányul ejteni, mely az egyes egyén erejét felülmúlja, többen teleppé egyesülnek és közös erővel emésztik meg a kis bolharákot. Az emésztés befejezése után a telep tagjai, melyeknek protoplazmája ideiglenesen egyesült, ismét szétválnak.

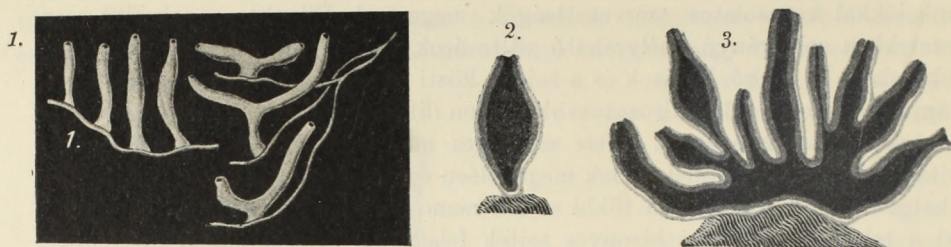
A második alcsoportba már azok a soksejtű állatok tartoznak, melyeknek sejtjei egymással szorosabb kapcsolatba léptek; az ilyen soksejtű állatokat közönségesen állategyéneknek szoktuk nevezni. Ezeknek testében az egy sejtből, a petesejtből származó sejtek élettani önállóságukat részben feladva, szervesen egyesülnek, s ezen egyesülés

alkalmával egymással és a külvilággal szemben különböző viszonyba jutnak. A sejteknek egymásközi és a külvilág közti különböző viszonya természetesen megváltoztatja a sejtek működését és a sejteket, a magasabb életegységben elfoglalt helyzetnek megfelelően, különböző feladatok teljesítésére alkalmas szövetekbe és szervekbe tömöríti. Ide tartoznak a legváltozatosabb és legeltérőbb alakú állatok. Az egysejtű véglények változása korlátolt, ellenben az ide tartozó soksejtű állatoké korlátlan. A külső hatások ugyanis a többsejtű állatok egyes sejtjei sorában nagyobb és mélyrehatóbb változásokat idézhetnek elő mint az egysejtűek testében, mert a magánosan élő sejteknek, mint például a véglények testét alkotó sejteknek, ha a létért való küzdelemben meg akarják helyüket állni, számtalan különböző funkciót kell teljesíteniök, ezért csak bizonyos fokig változhatnak meg egy irányban s ezért ősi plasztikus szervezetségüket változatlanul meg kell őrizniök. A külső hatások bennök csak oly szerkezeteket és változásokat fejleszthetnek ki, melyek egyéb funkcióiának változatlan megmaradását nem veszélyeztetik s melyeket ezen

funkciókkal kapcsolatos szervezetségük megenged. Ellenben a soksejtű szervezetekben sok irányú, mélyreható változások fejlődhetnek éppen soksejtűségük miatt. A külső hatások és a sejtek közti viszony a munkamegosztás elve alapján a sejteket a legváltozatosabb módon differenciálhatja. A sejtek gyakran a végtelékig menve és az életre szükséges más funkciók elhanyagolásával, a sejtállamban elfoglalt helyzetnek megfelelően egyetlenegy funkció teljesítéséhez alkalmazkodhatnak, mert a többi sejtek nemcsak pótolják, hanem fokozzák is azt a tehetséget, melyet bizonyos sejtek feladtak. Ugyanabban a mértékben, amelyben az ilyen soksejtű állatban a sejtek egy része különleges funkciót vállal magára s ennek megfelelően differenciálódik, válik bonyolódottabbá a szervezet, egyes részei pedig mindinkább szorosabb és függőbb helyzetbe kerül-



556. ábra. *Rhipidodendron splendidum* telepe. A és B egyes magános egyének.
Stein rajza.



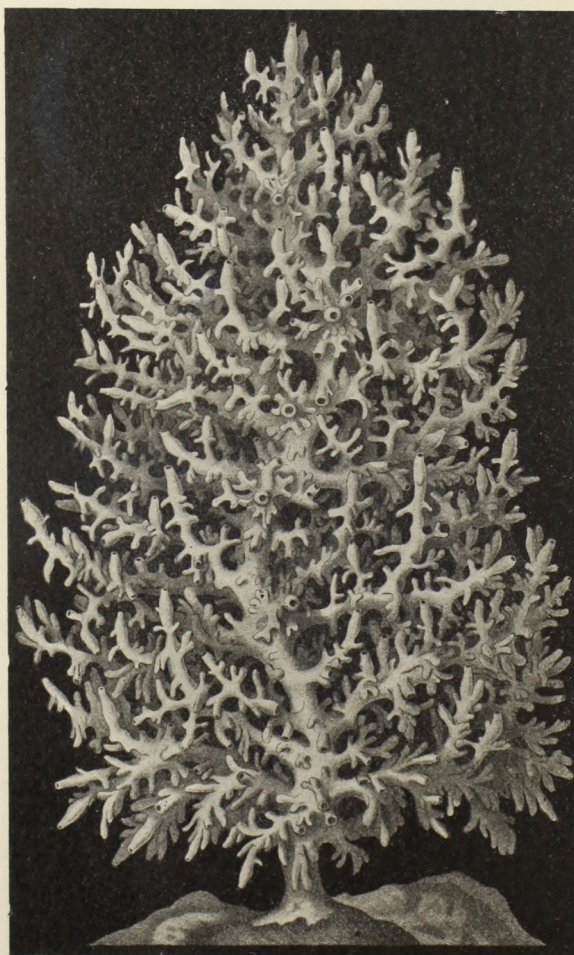
557. ábra. *Ascandra variabilis* telepképződése. 1. balról négy egyszerű, tömlőalakú szivacs-egyén, jobbról pedig három, két-két egyénből keletkező primitív szivacsstelep látható. 2. egy szivacs-egyén hosszmeteszete. 3. kilenc egyénből álló szivacsstelep hosszmeteszete. Haeckel rajza.

nek. A sejtek például mindinkább elvesztik

önállóságukat s így alakítani egységekké süllyednek.

Az alaktani életegységek harmadik csoportjába tartoznak az állattelepek, melyek úgy keletkeznek, hogy egy fajba tartozó állategyének egyesülnek egymással. Itt ugyanazok az esetek ismétlődnek, mint a sejtek egyesülése alkalmával. Az állattelepben egyesülő állategyének ugyanis kezdetben szintén egyformák, később azonban a munkamegosztás elve alapján elkülönülnek, vagyis különböző funkciók végzéséhez alkalmazkodnak, s ezzel önállóságukat elvesztve, egy nagyobb életegység részeivé, mondhatnók szerveivé lesznek, melyek többé önállóan élni már nem is tudnak. Az állattelepek különböző formáira jó például szolgálhatnak a szivacsok és némely virágállatok.

A legegyszerűbb alakú szivacsok tömlőalakú képződmények (557. ábra, 1 és 2), melyek valamely tárgyhöz erősítik magukat. Egyik

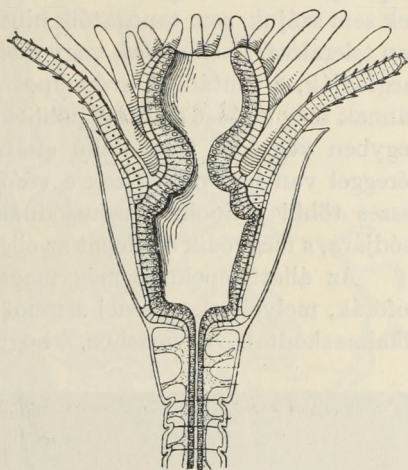


558. ábra. *Ascandra pinus* szivacs-telep. Haeckel rajza

végükön nyílással bírnak, úgyszintén tömlőjük fala is számtalan nyílással van áttörve, melyek mindannyian a tömlő belsejébe vezetnek. Testük fala három rétegből áll. A belső a táplálék felvételére és megemésztésére, a külső a védelemre, a közbülső pedig a csirasejtek termelésére szolgál. Az ilyen szivacsegyének azonban igen ritkán élnek egyenkint, hanem rendszeren fa-, golyó- stb. alakú telepbe egyesülnek s szivacstelepet alkotnak (558. ábra). A közönséges mosdószivacs pl. számtalan ilyen szivacsegyénkéből van összetéve; az egyes



559. ábra. A *Campanularia dichotoma* telepe.
Dalyell rajza.



560. ábra. A *Campanularia dichotoma* telepének egy egyéne (hosszmetszet) erősen nagyítva. Hertwig R. rajza.

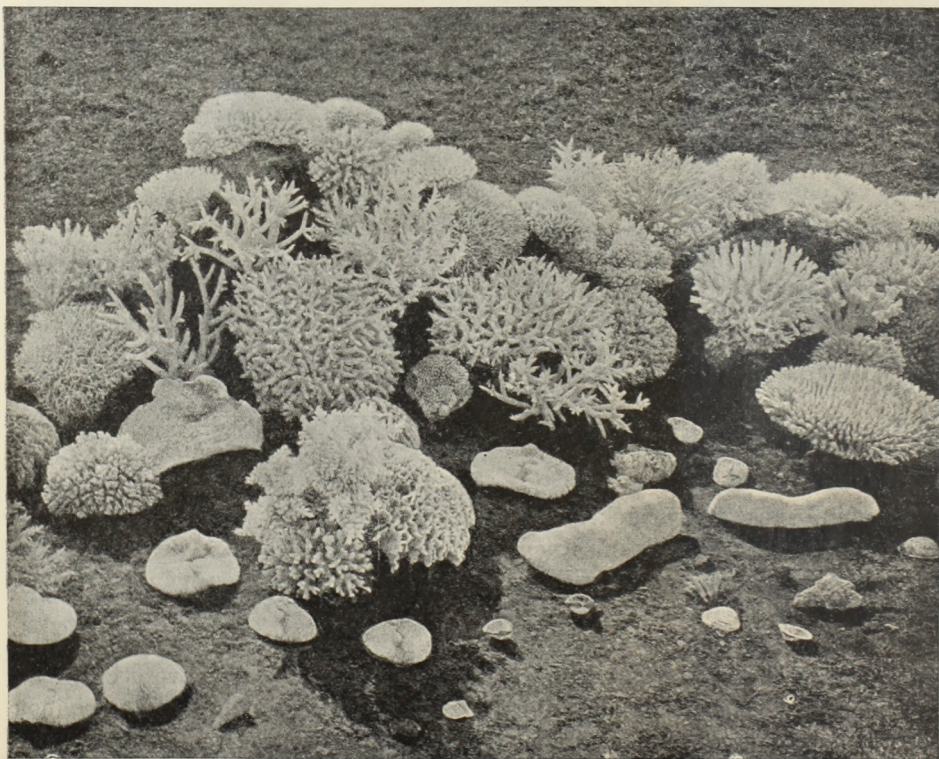
egyéneket a szabad szemmel is látható nagyobb nyílások jelzik. Persze az egyének egymással szoros összefüggésbe lépnek. Tömlőcskéik belső ürege, úgynevezett gyomra, egymással összeolvad, úgyhogy amit az egyik egyén szerez, abból nemcsak ő maga, hanem az egész állattelep táplálkozik (557. ábra, 3).

A kommunizmusért rajongók álma ime itt ezekben a szivacstelepekben szépen megvalósult, de a telepalakulás nem állt meg ezen a fokon. A szivacsok legközelebbi rokonainál, a tengeri *hidropolipok*nál a telepalkotás magasabb fokát észlelhetjük.

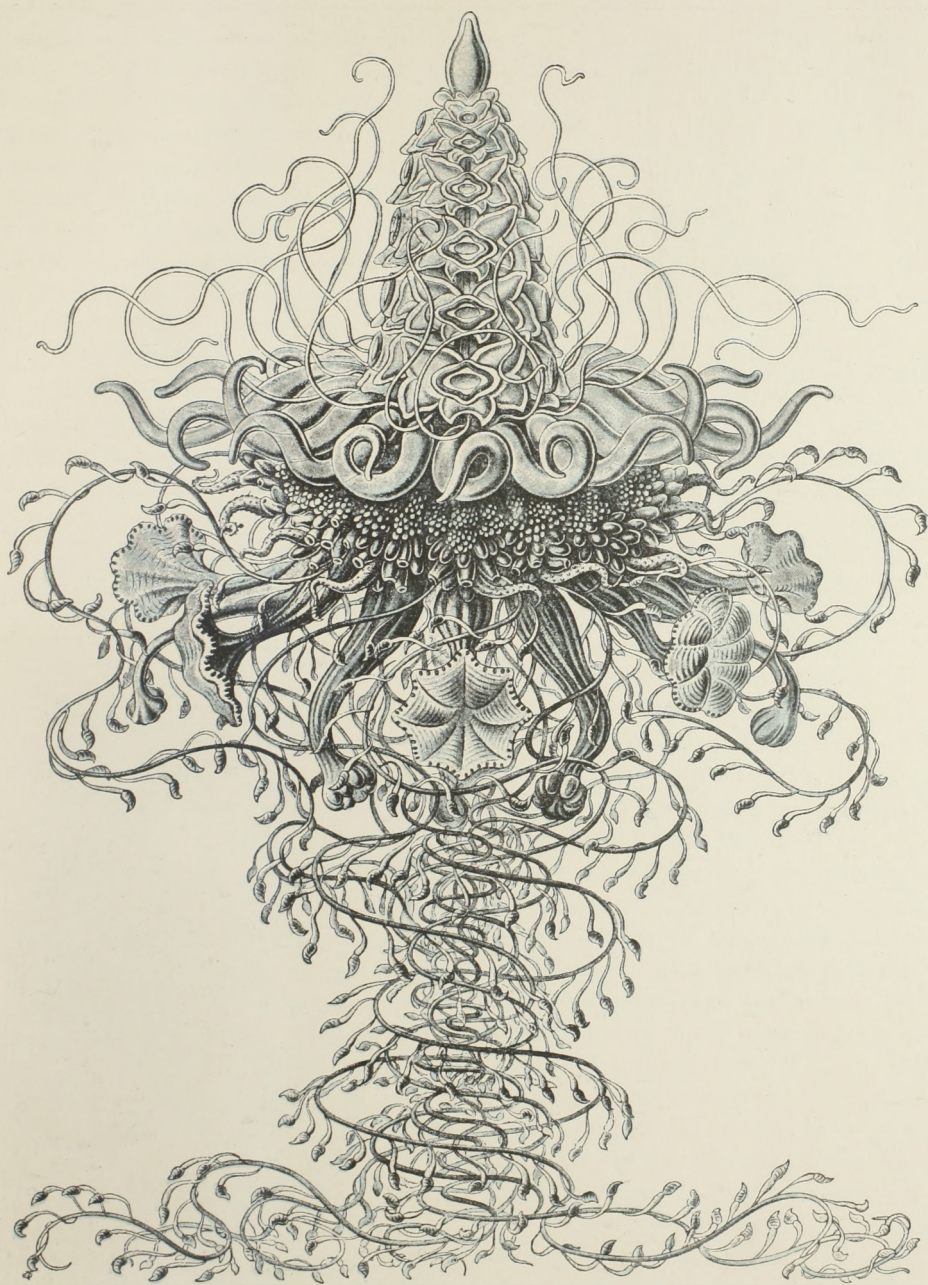
A telepeket alkotó alsóbbrendű *hidropolipok* (559. és 560. ábra) és a zátonyképző korallok (561. ábra) egyes egyénei, az úgynevezett polipok egyenlők, a magasabbrendű *hidropolipok*nál azonban az egyes polipok között megoszlik a munka, s a polipok szervezetenként nagyon szembetűnően különbözőkké válnak. Az ilyen telepre jó példa a *Podocoryne carnea* nevű tengeri poliptelep (562. rajz). Polipjainak egyik része hasonlít a mi édesvízi

hidránkhöz, vagyis teste tömlőalakú s szája fogókarokkal van körülvéve; ezek a *falópolipok*, amelyek az egész telep számára esznek. Az evőpolipok mellett valamivel karcsúbb polipokat találunk, melyeknek tapogatókoszorúja alatt kis bimbók sarjadzanak, amelyek a polipról leválva, kis ivaros egyénekké, úgynevezett medúzákka fejlődnek; petéikből újabb poliptelepekké fejlődő lárvák bújnak ki. A polipok ezen fajtája tehát a telep szaporodásáról gondoskodik, ezért képviselőit *szaporító polipoknak* nevezzük. A polipok harmadik csoportjába hosszú, nyulánk s rendkívül mozgékony polipok tartoznak, amelyeknek sem szájuk, sem tapogatóik nincsenek és szabad végük tájéka csalánsejtekkal van telerakva. Ezek a *fogó- vagy rablópolipok*, melyek a zsákmányt megmérgezik, megfogják, s azután az evőpolipok örökké tátongó szájába gyömöszölik. Végül vannak még a most említett polipoknál jóval rövidebb, száj- és tapogató nélküli, hegyben végződő, tüskealakú elsatnyult polipok, melyeknek felszíne kemény kéreggel van bevonva. Ezek a *védőpolipok*. Ha veszély fenyegeti a telepet, az összes többi polipok összehúzódnak, csak a védőpolipok állnak ki szuronyok módjára, s megvédik a telepet az ellenség támadásai ellen.

Az állattelepeknek még magasabb formáját mutatják a tengeri szifonoforák, melyeknek egyénei a munkamegosztás elve alapján oly bámulatosan alkalmazkodtak egymáshoz, hogy a régiebb bűvárok telepeiket egységes



561. ábra. Zátonyépítő koralltelepek.

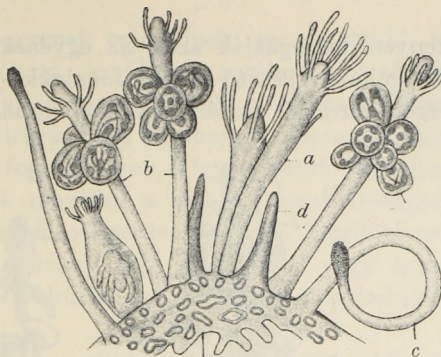


TENGERI SZIFONOFORA-TELEP
(DISCOLABE QUADRIGATA).

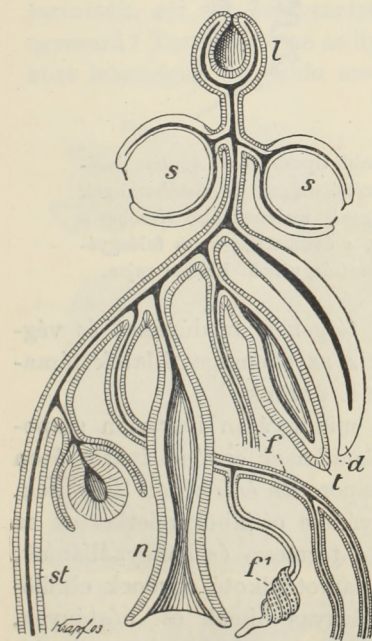
Haeckel rajza.



állatnak, egyes egyéneiket pedig szer-
veknek tartották. Ilyen pompás állat-
telep a mellékelt táblán érzékített
Discolabe quadrigata nevű szifonofora,
mely az Indiai óceánban él. Telepe
sok ezer polip- és medúzaszerű egyén-
ből van összetéve, melyeknek összes-
sége szép virághoz, illetve gyönyörű
divatos csemegetartóhoz hasonlít. Az
egész telepnek középtörzsét egyszerű
poliptest alkotja, mely alul zárt,
felül pedig *úszóhólyaggá* tágult ki. Ez
a táblán legfelül látható úszóhólyag
tartja a tenger felületén az egész tele-
pet. Alatta négy sorban elrendezett meduzákat találunk, melyeknek gyomruk
és szájuk[†] nincsen s melyeknek egyedüli feladata, hogy úszóharangjuk szabály-



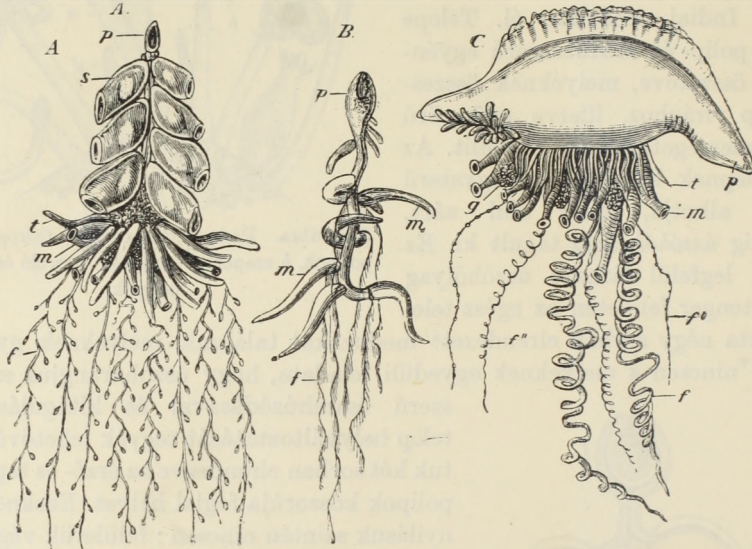
562. ábra. *Podocoryne carnea* telepe. *a* evő polipok, *b* szaporító polipok, *c* rabló és *d* védő polipok.



563. ábra. A szifonoforák telepének szervezete vázlatosan (hosszmetszetben). *l* úszóhólyag, *s* úszóharang, *d* kemény falú boríték, *t* tapogató, *f* fogófonalak, melyek helyenként (*f'*) gazdagon csalánszervekkel vannak megrakva, *n* evőpolip, *st* a telep középtörzse, melyen szaporító medúza foglal helyet. Mind-ezen részek külön egyének átalakulása révén jöttek létre. Hertwig R. rajza.

szerű összehúzódnásával és kitérülésével a telep helyváltoztatását tegyék lehetővé. Alattuk két sorban elrendezve az érző- és tapogatópolipok koszorúja foglal helyet. Ezeknek szájnílásuk szintén nincsen; felületük végtelenül érzékeny idegvégződésekkel van ellátva. Ők képviselik a telep értelmiségét s mint érzékszervekre azon feladat hárul rájuk, hogy a telep külső és belső állapotát megvizsgálják és megítélik. Az érzőpolipok alatt fűrtalakú csoportokba egyesítve kisebb kerek és nagyobb hosszúkas bogyókat találunk. A bogyók mindegyike medúzaszerű egyén, melyeknek szájuk, gyomruk, tapogatójuk nincsen s melyeknek egyedüli hivatása, hogy csirasejteket termeljenek. A kisebbek petéket, a nagyobbak hímcsirasejteket fejlesztenek. A szaporító medúza ezen koszorúja tövéből 10—20 igen nagy és rendkívül mozgékony *falópolip* áll ki; ezek kizárólagosan a táplálék felvételére és megemésztésére szolgálnak. E célra csalánszervekkel körülvett nagy szájuk és emésztőnedveket termelő mirigyeik vannak. A megemésztett táplálék a telep törzsüregébe kerül, mellyel a telep minden egyéne egyenes összeköttetésben van. A törzsüregből, mint valami központi ételosztó-intézetből, minden egyén megkapja a maga részét. A falópolipokat munkájukban és feladatuknak teljesítésében jelen-

tékenyen támogatják azok az egyének, melyek közvetlen szomszédságukban oldalágakat fejlesztő hosszú fonalakká fejlődtek s melyek gazdagon, gyilkos mérget termelő csalánszervekkel vannak ellátva. Ezek a fonalak egyrészt



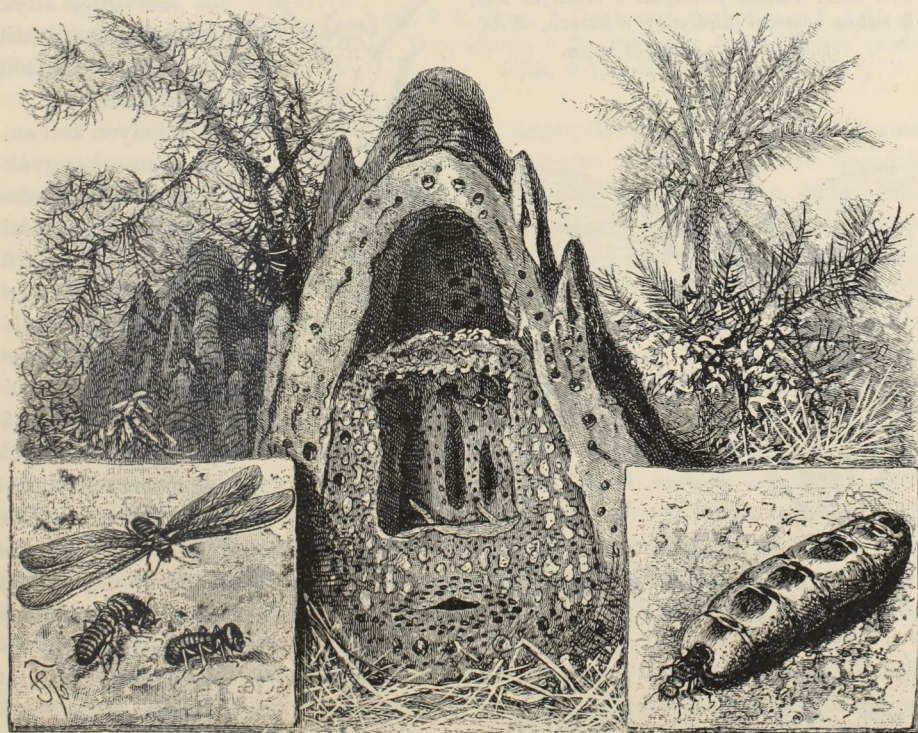
564. ábra. A szifonoforák telepének három közönségesebb típusa. A = *Agalma* úszóhólyaggal és úszóharangokkal, B = *Rhizophysa* úszóhólyaggal, de úszóharangok nélkül, C = *Physalia* nagyon terjedelmes úszóhólyaggal, melynek alsó részéhez a telep törzse egész hosszában hozzánőtt. p úszóhólyag, s úszóharangok, m falóegyének, t érzőegyének, f, f' és f'' fogóegyének, g szaporítóegyének. Kennel rajza.

megbénítják a táplálékul szolgáló rákocskákat, férgek, medúzák és vég-lényeket, másrészt az egész telepet megvédelmezik az ellenséges állatok táma-dásai ellen. Hasonló telepeket érzékít 563. és 564. ábránk.

A mostanáig említett állattalajok egyénei mindnyájan ivartalan szapo-rodás útján keletkeztek. Ezzel ellentétben az állatállamok egyénei ivaros úton fejlődtek, sőt az állatállamok maguk is az ivaros szaporodás érdekében létesültek. A jövő nemzedék ápolása, táplálása és megvédeése céljából keletkeztek az első állatállamok. Ezeknek kitűnő példái a méh-, természet- és hangyaállamok, amelyekben az előbb jelzett cél érdekében az államot alkotó egyének elkülö-nültek. A természet-államban például vannak szárnyas hímek és nőstények, melyeknek kizárólagos feladata a szaporodás. Vannak azután hatalmas rágóju, elcsenevészett hímek, úgynevezett katonák és elcsenevészett nőstények, úgy-nevezett dolgozók (565. és 566. ábra). A katonák (567. ábra) igazán ideáljai a vitéz harcosoknak, amennyiben hatalmasan fejlett szájrészeik vannak — és vakok, úgy hogy a dolgozók irányítása szerint a szó betű szerinti értelmében vakon rohannak az ellenségre. Ezeknek egyedüli feladata az államnak és külö-nösen a növekedő ivadéknak a megvédeése. Viszont a dolgozók gondoskodnak táplálékról; ők végzik az összes házi teendőket s ők nevelik fel az állam jövődó polgárságát.

De nemcsak egy fajba tartozó egyének egyesülnek egy magasabb egységgé, hanem különböző fajba tartozók is. Az állatok sorában ugyanis nagy számmal akadnak olyanok, melyek majd nem tudnak maguknak elegendő táplálékot szerezni, majd annyira védtelenek, hogy csakhamar áldozatul esnének ellenségeiknek, majd más tekintetben fogyatékosak, s így a létért való küzdelemben a maguk erejéből nem tudják megállni a sarat. Fogyatékoságaikat azért más állatoknak vagy növényeknek célszerűen javukra fordított tulajdonságaival egyenlítik ki, velük társulnak, hogy *rovásukra* vagy *egyesült erővel* éljenek. Ez úton jönnek létre a különböző parazita és szimbiotikus társulások.

Szimbiotikus társulás vagy röviden szimbiózis alatt egymástól elütő szervezetek szabályszerű és tartós kapcsolatát értjük, melyek egymáshoz kölcsönösen alkalmazkodva, lényeges életműködéseikben egymást szervesen kiegészítik. Ismerünk olyan meglepő példákat, amelyekben egészen különböző nemű szervezetek oly benső módon egyesültek egymással, hogy látszólag egységes szervezetet alkotnak; legtöbbjét a legújabb idők egységes szervezetnek tartották, sőt sok szervezetről ma sem tudjuk, vajon összetett-e vagy pedig egyszerű? Természetesen az ilyen benső összefüggés csak alsóbbrendű szervezetek közt lehetséges. Jó példa erre a véglények együttélése moszatokkal.



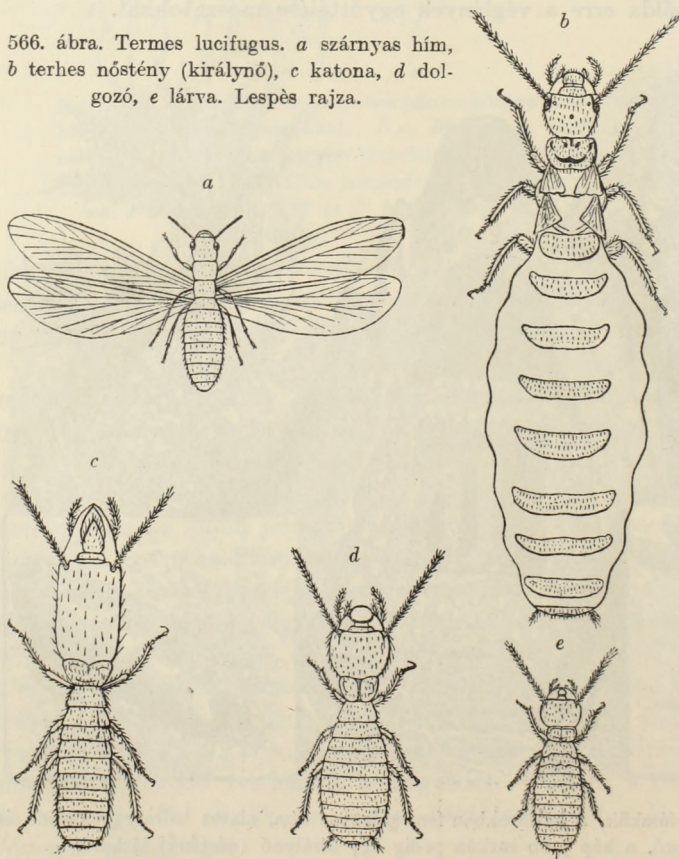
565. ábra. Termeszek és fészükük. A balsarokban fent szárnyas hím, alatta balra egy katona és jobbra egy dolgozó, a kép jobb sarkán pedig egy királynő (nőstény) látható.

Már régóta sok fejtörést okoztak a vizsgálóknak azok az apró sárga- és zölde színű szemecskék, melyek Radioláriákban és más véglényekben fordulnak elő s melyeket a régibb bűvárok egyszerűen pigment-szemecskéknek tekintettek. *Cienkowsky* 1871-ben kételkedett ebben, *Entz* pedig 1876-ban kimutatta, hogy ezek mindig növényi eredetűek; az állatnak nem szerves alkotórészei, hanem egysejtű moszatok, melyek ezen véglényekkel együttélnek. Vizsgálatait *Brandt*, *Geddes*, *Hertwig* testvérek, *Engelmann*, *Grube* megerősítették. Az együttélés jelentőségét akkor érthetjük meg teljes nagyságában, ha emlékezetünkbe idézzük a következőket. Az állatok s így az állati véglények sem tudnak szerves anyagokból szerveseket készíteni, ezért a környezetből, az élősködő növényekhez hasonló módon, kész szerves anyagokat kell felvenniök. A felvett szerves anyagokat azután a levegőből beheltet oxigén segítségével elégetik és széndioxidot lehelnek ki, viszont a növények széndioxidból és más szerves anyagokból szerveseket tudnak készíteni s közben oxigént szabadítanak fel. A növények tehát oxigén-fejlesztők és szén-savfogyasztók, az állatok pedig szén-savképzők. A most említett egyesülésnél ilyenformán a véglény és egysejtű moszat lényegesen kiegészítik egymást. A moszatgömbök oxigént és szerves anyagokat készítenek a vég-

lénynek, a véglény pedig széndioxiddal és szerves anyagokkal kedveskedik a vele együttélő moszatnak.

E helyen kell említenem a hangyáknak felette érdekes szociális szimbiózisát, mely néven különböző fajú hangyáknak együttélését foglaljuk össze. A szociális szimbiózisnak két főformáját különböztetjük meg aszerint, amint az együttélő hangyák egy teleppé egyesülnek, vagy nem. Az együttélés előbbi formáját kevert telepnek, az utóbbit pedig összetett telepnek nevezzük. Az összetett telepekben az

566. ábra. *Termes lucifugus*. *a* szárnyas hím, *b* terhes nőtény (királynő), *c* katona, *d* dolgozó, *e* lárv. *Lespès* rajza.



együttélő hangyák egymás mellett élnek, de mindegyik féleségnek külön társadalma és külön háztartása van, ellenben a kevert telepekben úgy a társadalom, mint a háztartás közös.

Az összetett telepekben az együttélő felek közti viszony szerint az együttélésnek négyféle formáját különböztethetjük meg.

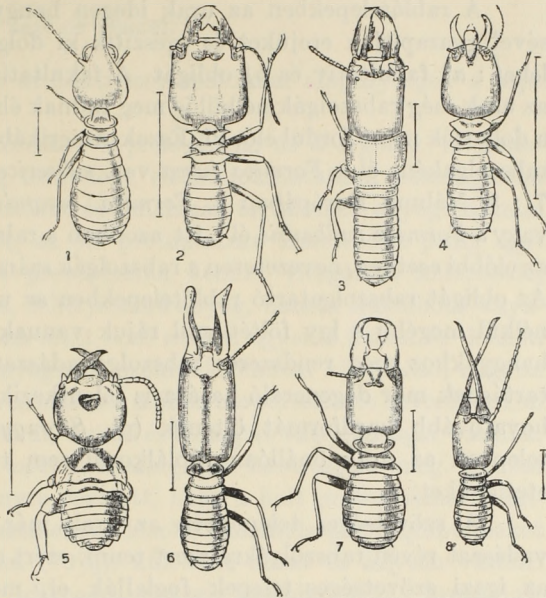
1. Közömbös együttélés (*parabiosis*). Pl. a *Dolichoderus* és *Crematogaster* nevű hangyák közös bolyban, rendszerint természetektől erőszakkal elrabolt építményben élnek. A járatok és kamrák összefüggésben állnak egymással, de bizonyos kamrákat az egyik, másokat pedig a másik faj lakik, s mind-egyik a maga lárváit neveli fel.

2. Védelmi együttélés (*phylakobiosis*). Legtipikusabb formáját az *Eutermes* és *Anoplotermes* nevű termeszek és a *Camponotus termitarius* nevű hangyák között észlelték. Ez utóbbi hangya a termeszek építményeiben húzza meg magát. Ebből az együttélésből mind a két félre haszon hárul. A hangyáknak nem kell bolyt építeniök, s ennek fejében, mintegy ellenszolgálatképpen, megvédik a termeszeket a külső ellenségektől, főleg pedig a nagyszámú álvendégektől.

3. Vendégeskedés (*Xenobiosis*). A vendég lehet a) túrt (pl. *Formicoxenus* és b) igazi (pl. *Leptothorax Emersoni*). A *Leptothorax Emersoni* a *Myrmica brevinodis* bolyában él és azokból a táplálékcsoportokból táplálkozik, melyek a táplálékkal megrakott *Myrmica*-dolgozó szájnyílásában jelennek meg a *Leptothorax* nyalogatására. Viszont a vendégeskedő *Leptothorax*-hangyák gazdáik számára kellemesen izgató illó olajokat választanak el, melyek körülbelül afféle szerepet játszhatnak a hangyák életében, mint az emberekében a kávé, tea stb.

4. Ellenséges együttélés (*ectrobiosis*). Midőn valamely kisebb termetű tolvajhangya egy másik nagyobb hangya bolyába szállásolja be magát. Pl. a *Solenopsis fugax* más hangyák bolya közvetlen közelében, vagy éppen abban üti fel tanyáját és innen indul portyázó tolvajútjára.

A hangyák szociális együttélésének második, sokkal érdekesebb főformája az, melyet kevert telepnek nevezünk. Itt az együttélő hangyák egy telepet alkotnak; az együttélő felek egyik része »úr«, a másik része »rabszolga«. A kevert telepnek három módosulata van, ú. m. 1. rablótelepek (*dulosis*), 2. szövetséges telepek (*allometrobiosis*) és 3. adopción telepek (*kolakobiosis*).



567. ábra. Különböző termesz-katonák. 1 *Termes armiger*, 2 *T. dirus*, 3 *Calotermes flavicollis*, 4 *T. bellicosus*, 5 *T. occidentis*, 6 *T. cingulatus*, 7 *Holotermes quadricollis*. 8 *T. debilis*. Hagen rajza.

A rablótelepekben az urak idegen hangyabábok rablásával és fölnevelésével gyarapítják erejüket és egészítik ki dolgozóik számát. A rabszolgatartás lehet: a) fakultatív és b) obligát. A fakultatív rabszolgatartó rablótelepekben az urak még rabszolgák nélkül is meg tudnak élni és a rabszolgák sorában csupán a dolgozók neme fordul elő. Pl. Észak-Amerikában a *Formica dakotensis* bolyában rabszolgaként él a *Formica fusca* var. *subsericea*. Az urak és rabszolgák aránya 7 : 3. Nálunk Európában a *Formica sanguinea* bolyában a *Formica fusca* vagy a *Formica rufibarbis* él; itt azonban a rabszolgák és urak aránya más mint az előbbi esetben, nevezetesen a rabszolgák száma már jóval nagyobb az urakénál. Az obligát rabszolgatartó rablótelepekben az urak már nem tudnak rabszolgák nélkül megélni s így föltétlenül rájuk vannak szorulva. Az urak a rabszolga-hangyákhoz még rendszeres rabszolgavadászat révén jutnak, de a rabszolga-tartásnak már degeneráló hatása is jelentkezik, amennyiben az urak állkapcsai hovatovább kardformát öltenek (pl. *Strongylognathus Huberi*). Több rablótelepben az urak önállóan táplálkozni sem tudnak, úgy hogy a rabszolgák etetik őket.

A szövetséges telepekben az urak már nem tudnak tisztán rabszolgavadászat révén rabszolgákra szert tenni, ezért a rablótelepek helyét fokozatosan az igazi szövetséges telepek foglalják el, melyek úgy keletkeznek, hogy a megtermékenyített királynő (pl. *Strongylognathus testaceus*) a nászröpülés után valamely más, idegenfajú hangyaféleségnek szintén megtermékenyített királynőjéhez (pl. az említett esetben a *Tetramorium Caespitum*hoz) társul. A két királynő egymással szövetkezve alapítja meg az új telepet, de ebből a szövetséges telepből csakhamar ismét rablótelep fejlődik ki, amennyiben a szövetség csak addig tart, amíg az urak száma megnövekszik, ekkor az urak ismét rabszolgavadászat útján gondoskodnak újabb segítőhangyákról és rabszolgákról.

Az adopcións telepekben a szociális parazitizmus a legmagasabb fokát éri el. A telep akként keletkezik, hogy az urak megtermékenyített királynőjét valamely királynő nélküli rabszolga hangyafaj adoptálja. Az *Epoecus Pergandei* nevű hangya királynőjét pl. rendszerint a *Monomorium minutum* subsp. *minimum* nevű hangya adoptálja és fölneveli az *Epoecus*-hangya ivadékát. A fölcseperedett hangyák azonban a *Monomorium* nevű hangyákat csakhamar rabszolgamunkára fogják és számukat rabszolgavadászáttal is nagyobbítják. Az állandó rabszolgatartás degeneráló hatása már az *Epoecus* nevű hangyákon is meglátszik, mert dolgozóik feltűnően satnyák. Még szembetűnőbb a satnyulás az *Anergates atratulus* nevű hangyákon, melyek a *Tetramorium caespitum* hangyákkal mint rabszolgákkal élnek együtt. Az *Anergates*-féléknek már egyáltalában nincsenek dolgozóik, nőstényeik és még inkább hímjeik is nagyon elsatnyultak; a hímek pl. hangyalárvákhoz hasonlítanak. Az adopcións telepekben — a rablótelepekkel ellentétben — a rabszolgamunkát végző hangyáknak nemcsak dolgozó, hanem már hím és királynő formáit is megtaláljuk.

A sejt és részei.

Az előbbieken láttuk, hogy az állati test anatómiai alapegysége: a sejt. Lássuk most már részzeit.

A sejt leglényegesebb alkotórésze: a *protoplaszma* és a *sejtmag*. A protoplaszma nyúlós, majdnem mindig színtelen, vízben oldhatatlan, nem egészen egynemű, rendesen finom szemecskéket és fonalakat tartalmazó anyag. Kémiai összetételéről alig tudunk valamit, az élő protoplaszma összetételét pedig egyáltalában nem ismerjük. A holt protoplaszma kémiai vizsgálata kiderítette, hogy a protoplaszma nem egységes, fehérjenemű anyag, hanem különböző anyagoknak keveréke, ezért protoplaszma alatt nem szabad egyenlő fizikai és kémiai tulajdonságokkal bíró egynemű anyagot képzelnünk, hanem különböző, nagyon eltérő kémiai anyagoknak valóban csodálatos módon csoportosított keverékét kell értenünk, melynek különböző kémiai, fizikai és biológiai tulajdonságai vannak. A protoplaszma biológiai fogalom, ezért kémiailag nem határozható meg. Kémiai vizsgálata csupán arra az eredményre vezetett, hogy a holt protoplaszma különböző fehérjéket, elsősorban plasztineket, kisebb mennyiségben globulineket és albumineket, továbbá sok vizet (70%), különféle sókat és folyton változó anyagforgalmi termékeket (zsír, glikogén, cukor, lecithin stb.) tartalmaz. A kémiai vizsgálatokat nagyon megnehezítette az a körülmény, hogy nem tudjuk, mely anyagok tartoznak a protoplaszma lényeges alkotórészei közé; a holt protoplazmában talált összes anyagok semmiesetre sem tekinthetők lényeges részeinek, minthogy a protoplaszma folytonosan új anyagokat termel, átalakít, raktároz, régieket elbont, bomlástermékeket képez és kiválaszt. *Kossel* szerint a protoplaszma lényeges alkotórészei a fehérjék, lecithinek, cholesterinek és különféle anorganikus alkotórészek (pl. víz, sók stb.). A fehérjék azonban minden szervezetben mások. Ezt bizonyítják különösen azok a bámulatos vizsgálatok, melyeknek eredményei alapján a különböző állatok vérének és szöveteit biológiai reakciókkal meg tudjuk egymástól különböztetni.

A protoplazmában előforduló anyagokat sokáig egészen különlegeseknek tartották, mesterséges előállításukat pedig egyenesen lehetetlennek mondta a régi vitalisztikus iskola. Azonban mióta *Wöhler* az állatok életfolyamata alatt keletkezett karbamidnak mesterséges előállításmódjára rájött, a kémikusok számtalan növényi és állati eredetű anyagnak mesterséges előállítását próbálták meg, még pedig nem csekély sikerrel. Azonkívül a megölt sejtekből vízzel olyan anyagokat (enzimákat) sikerült kivonniok, melyeknek segítségével a sejtek életétől függetlenül bizonyos életjelenségektől semmiben sem különböző folyamatokat idézhettek elő. Kiderült, hogy azon életjelenségek nagy részét, melyeket mostanáig megmagyarázhatatlan vitális folyamatok eredményének tartottak, élettelen enzímák okozzák. A sejtekben levő különböző enzímák a legszorosabb viszonyban és a legszigorúbb koordinációban állanak egymással. Minden enzima bizonyos működés kifejtése után a létesített kémiai anyagok hatása révén újabb és újabb enzímák működését váltja ki. Az oxidálást végző enzima bontó működése például bizonyos idő múlva ellentétes, vagyis építő (szintetikus) folyamatokat megindító enzímák működését váltja

ki. A bűvárok oly sok életjelenségről mutatták ki, hogy enzímák okozzák, és oly sok enzímát találtak a sejtekben, hogy *Hofmeister* straszburgi híres fiziológus nem alap nélkül mondotta, hogy előbb-utóbb minden vitális kémiai folyamatra nézve sikerülni fog a hozzátartozó enzímát megtalálni. Ezen eredményen felbuzdulva, számos bűvár az állatok életét nagy merészen a protoplazma fehérjeinek anyagcseréjéből és a sejtben levő enzímák létesítette folyamatokból származtatta. De csakhamar kiderült, hogy az élet nem egyszerű fiziko-kémiai jelenség. Az állati szervezet jogosan géphez hasonlítható ugyan, de éppen úgy, mint ahogyan a gép működését nem értjük meg, ha kerekeinek, dugattyúinak, szóval alkotórészeinek kémiai összetételét ismerjük, nem értenők meg a sejtek életét még akkor sem, ha vegyi összetételüket a legpontosabban ismernők is. Ettől pedig végtelenül távol vagyunk.

Ilyenfajta megfontolások alapján nagy buzgalommal a sejt szerkezetének, első sorban pedig a protoplazma szerkezetének tanulmányozásához láttak. A vizsgálatok nagyon sok új részletet, de egyúttal nagyon sok, egymással bizonyos fokig ellenkező tényt tártak elénk. A bűvárok egy része szerint a protoplazma fonalas szerkezetű, mások pedig azt vitatják, hogy hálózatos, habos, illetve szemecskés. De egyik szerkezet sem fejezi ki a protoplazma igazi szerkezetét, mert ez az életjelenségekkel kapcsolatosan folyton változik, úgyhogy némely sejt protoplazmáján életének különböző szakán az eddig leírt összes szerkezetek észlelhetők. A protoplazma valódi szerkezetét tehát ez idő szerint még nem ismerjük, mert alkotórészei valószínűleg olyan kicsinyek, hogy legerősebb nagyítövegeink segítségével sem különböztethetők meg. Hogy mily bonyolultnak kell ezen szerkezetnek lennie, annak némi megvilágítása céljából csak a következőket hozom fel.

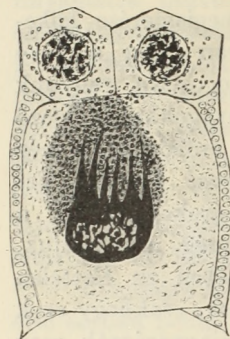
Minden élőlény — így az ember is — létének kezdőszakában átmenetileg csak piciny csirasejt, melyből fokozatosan, fölötte érdekes, szabályszerű alakváltozásokon átmenve, későbbi végleges alakja és nagysága fejlődik. Ahány millió különbözőképpen alkotott növény- és állatfaj népesíti földünket, okvetetlenül annyiféle fajú csirasejtnak kell lennie s szervezetében valamennyire mindegyiknek különböznie kell, ha ebben a tekintetben semmi sem vehető is észre. Mert amily bizonyos, hogy a feldobott kő a nehézségi erő hatására a földre esik, a csirasejtek mindegyikéből is éppoly bizonyosan mindig csak határozott fajú szervezet fejlődik. Következésképpen kénytelenek vagyunk a határozott fajú szervezet fejlődésének okait, illetőleg, mint közönségesen mondani szokás, a hajlamot magában a csirasejtben keresni. S most képzeljük el, mily rendkívül bonyolultnak kell lennie ennek a hajlamnak ha elgondoljuk, hogy az emlős-állat több százezer tulajdonságában mennyire különbözik a madártól, a gyíktól vagy a haltól s ha elgondoljuk továbbá, hogy ugyanazon állatfajon belül is az egyes egyének csekélyebb eltérésekben ismét mennyire különböznek egymástól, és hogy mindezen számtalan kisebb-nagyobb eltérés, melyekben az élő egyének egymástól különböznek, egyesegyedül a csirasejtek útján vívódnak és öröklődnek át a következő nemzedékre! Kénytelenek vagyunk tehát a csirasejtek protoplazmájában a szerkezetnek olyan különös alakját feltételezni, mely a csirasejtek jellemző tulajdonsága, s mely minden fajú szervezetre más és más.

Napjainkban egyfelől a morfológusok igyekeznek a protoplazma legfinomabb szerkezetét feltárni, másfelől a biokémikusok látszólag durvább, de eredményesebb segédeszközeikkel a protoplazma kémiai működését törekszenek kifürkészni. Mindkét táborot egy cél: a sejt életének megismerése lelkesíti. Fáradozásuk elért eredményeinek összeegyeztetése ugyan még a jövő feladata, azonban *Ed. Hofmeister* szerint már ma is jogosítva vagyunk annak kimondására, hogy a sejt mint kémiai és fizikai anyagokkal dolgozó gép sehol sem vezet olyan problémákhoz, melyek az ismert erőkön kívül még más, különleges erők felvételét is elkerülhetetlenül szükségessé tennék. Ezt különösen azért hangsúlyozzuk, mert újabban egyes bűvárokat annak a belátása, hogy a sejt életének titkait részleteiben elemezni még nem tudjuk, a neovitalisták táborába hajtott. Utóbbiak felfogása értelmében az élettelen világ erői és törvényei az élők világára is teljesen érvényesek, csakhogy ezek az erők és törvények csak a szervetlen világ jelenségeit magyarázzák meg teljesen, ellenben az életjelenségek lényegét nem, vagyis hogy az életjelenségek lényegükben az élettelen világ jelenségeitől merőben eltérők és csak különleges vitális erőkkel magyarázhatók meg. A neovitalisták felfogásával, valamint a materialistáknak túlzásokba tévedő nézetével mint két végelettel szemben a következőket mondhatjuk. Türelmetlen kapkodók időelőtti nyugtalansága, akik elégedetlenek, hogy az élet minden titkát nem fejthetik meg egyszerre, s akiket nem elégít ki a tudomány nyugodt haladása, semmivel sem mozdítja elő ismereteink haladását, hanem ismét a vitalizmus misztikus sötétségébe vagy a szélső materializmus semmitmondó spekulációiba sodor, mindkettő pedig nagyon messzire vet bennünket az igazi tudománytól és a valódi természettudományos megismeréstől!

Schultze Miksa híres protoplazma-vizsgálatai nyomán évtizedek óta a protoplazmát szokás a tulajdonképpeni élő anyagnak tekinteni, mert rajta észlelték mindazon jelenségeket, melyek együttvéve az életet jellemzik. Ezzel ellentétben a sejt második lényeges alkotórészét, a sejtmagot, nagyon sokáig nem tartották a sejt fontos részének; egyszerű hólyagnak tekintették, melyről nem tudták megmondani, milyen élettani célra való a sejtbén. Csak *Schleiden* és *Schwann* tulajdonítottak neki nagyobb fontosságot, mert felfogásuk szerint a sejtek keletkezésénél legelőször keletkezik a sejtmag, s körülötte formálódik az egész sejt.

A sejtmagvak szerepéről való felfogásunk lényegesen megváltozott, midőn a sejtmagvak közreműködése a termékenyítésben, a sejtosztódás bonyolódott folyamatában és a sejt elvesztett részeinek visszaszerzésében ismeretessé vált. A kutatók egész sora kezdett foglalkozni a sejtmag működésének tanulmányozásával, s ezekből a vizsgálatokból kitűnt, hogy a sejtmag a sejt formáló működéséhez okvetlenül szükséges, a sejt egyéb működései (pl. mozgás, lélekzés) pedig magnélküli sejtekben is észlelhetők. A magnélküli sejtdarabok, még ha azok nagyobbak is a magtartalmúaknál, nem tudják elvesztett részeit megújítani, ellenben a sejtmagtartalmú részek visszaszerző tehetsége bámulatos. A sejtmag a sejtbén nem állandó, előre meghatározott helyen fordul elő, hanem a sejtnak arra a pontjára húzódik, amely éppen működőfélben van. Így a táp-

lálkozó- vagy kiválasztósejtben a táplálkozó- vagy kiválasztó felület felé húzódik, vagy pedig ezen irányban felületét nyulványok segítségével megnagyobbítja



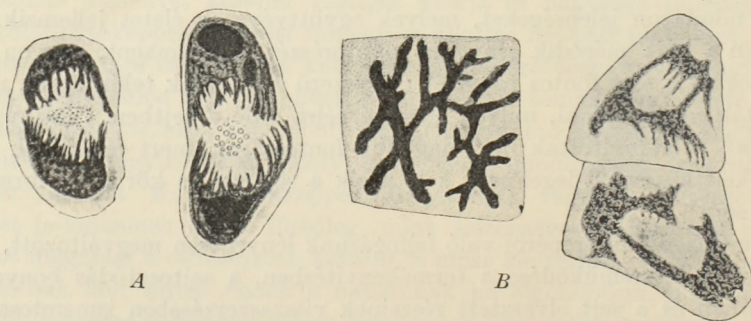
568. ábra. A csikbogár (*Dytiscus marginalis*) petesejtje és fölötte két táplálósejt. A két táplálósejtől szikanyag áramlik a petesejtbe, s ennek magja az átáramlás irányára felé állászerű nyulványokat bocsát.

Korschelt rajza.

(568. és 569. ábrák). Ha a sejt növekedik, vagy ha új sejtrészt fejleszt, akkor mindig a növekedés, illetve az új sejtrész létesítése helyén találjuk a sejtmagot (570. ábra). Szerepének fontossága egyébként még tetemesebben gyarapodott, amikor a bűvárok kiderítették, hogy a sejtmag *kromatin*-állománya hordozza a petében és a hímcsirasejtben az átöröklés anyagát, vagyis ez az anyag okozza, hogy a pete és hímcsirasejt egyesüléséből származó sejtől az apához és anyához hasonló utód fejlődik.

A sejtmag rendszeren gömbalakú, de ismerünk fonál-, patkó-, gyűrűalakú, továbbá olvasószerűen megduzzadt és többszörösen elágazó sejtmagokat is (571. ábra). Egy sejtben általában egyes számban fordul elő, egyes sejtekben azonban több magot számálhatunk össze. Így a vég-lények egy része (több csillós ázalékállat, radioláriák) többmagvú, a vándorsejtek, továbbá a májsejtek és fehér-vérsejtek két- vagy többmagvúak, a csontvelőnek úgynevezett óriássejtjei pedig száznál több magot is tartalmaznak. Élő állapotban a sejtmag rendszerint erősebben

töri a fényt, ezért a legtöbb esetben minden különösebb előkészület nélkül is látható. Ha a sejtekhez 2%-os ecetsavat cseppentünk, akkor minden esetben élesen előtűnik. Ilyenkor világosan láthatjuk, hogy a sejtmagot kívülről rendszeren amphipyreninből álló hártya burkolja, ezen belül



569. ábra. A sejtmagok alakja elválasztó sejtekben. A kettősejtek egy rovar (*Nepa cinerea*) petefészkéből; a két mag között mindkét kettős sejtben a sejt chitin választófalát képez, s ezen szemecskés chitintömeg felé a mag nyulványokat bocsát.

B működő mirigysejtek a hernyók szövőmirigyéből. Korschelt rajza.

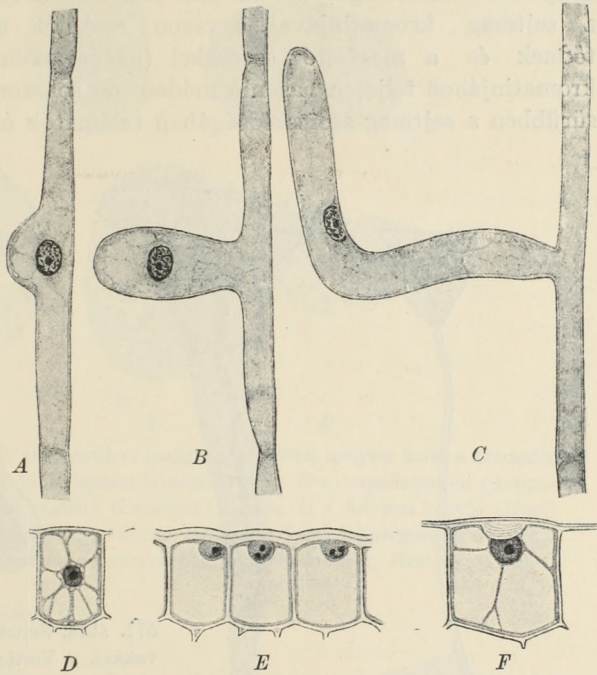
foglal helyet a magnev s ebben a többi, fehérjenemű alkotórész. Ez utóbbiak kétfélék. Egyik részük a festőanyagokat (pl. karmin, haematoxilin stb.) mohón felveszi, ezek a sejtmag színeződő (*kromatikus*) részei, másik részük

ellenben a festőanyagokat nagyon nehezen, vagy egyáltalában nem veszi fel; ez utóbbiak alkotják a mag nem színeződő (*akromatikus*) részét, mely lininből áll, s mely a sejtmagban szivacsos, olykor fonalas vázat alkot.

A sejtmagnak legfontosabb része a nukleinból és paranukleinból álló kromatikus állománya. A nukleinból álló kromatikus állományt *kromatin*nak, a paranukleinból állót pedig *pyrenin*nek nevezzük. A kettőt kémiai reakciókkal különböztethetjük meg egymástól. A paranukleinból álló sejtmagrészek ecetsav hatására felduzzadnak, eozinnal megfestődnek, haematoxylinnel azonban csak kevésbé színeződnek, ellenben a kromatin ecetsav hatására nem duzzad, eozin nem festi, haematoxylin azonban szép ibolyaszínűre színezi. A paranuklein rendszeren a kromatinnal egyesül (572. ábra, *A*, *B* és *F*) és a sejtmagban egyenletesen elosztva vagy hálózatot formálva (572. ábra, *F*) fordul elő, máskor pl. a petesejtek magvában elkülönülnek egymástól, s az egyik élesen, a másik pedig kevésbé festődő magocskát (nucleolus) alkot (572. ábra, *D*). A paranuklein és kromatin eloszlásának különböző főbb alakjait az 572. ábra érzékíti.

Újabb időben a mag közelében még egy újabb, harmadik fontos sejtalkotórészt is fedeztek fel a bűvárok, melyet centroszféra

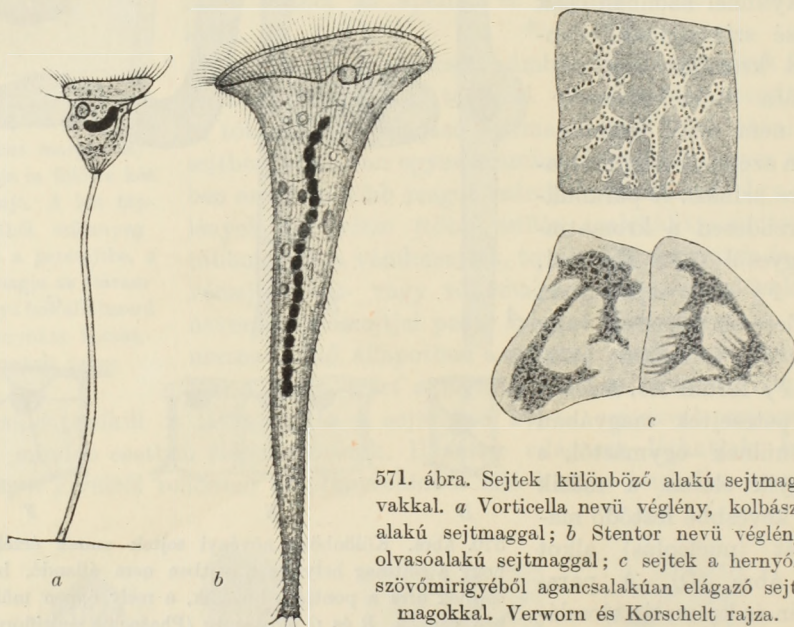
(centrosoma, polosoma) névvel jelöltek s melyet magyarul *vezértest*nek nevezhetnénk. A vezértestet 1876-ban *van Beneden* fedezte fel a Dicyemidák petesejtjében, s azóta csekély kivétellel minden sejtben megtalálták. A vezértestnek közepét a látás határán álló, rendkívül erősen fénytörő kis szemecske (centriolum) foglalja el, ezt pedig nagyon keskeny világos és szélesebb sötétebb, szemecskézett udvar (centroszféra) veszi körül. A vezértest körül a sejt protoplazmája sugarasan rendezkedik el (573. ábra). A vezértestnek a sejtmag- és sejtosztó-



570. ábra. Különböző növényi sejtek annak érzékítésére, hogy a sejtmag helyzete a sejtben nem állandó, hanem a sejtnek arra a pontjára húzódik, a mely éppen működőfélben van. *A*, *B* és *C* a paszuly (*Phaseolus multiflorus*) növekedő hajszálgököre. *D* a perjeszittyó (*Luzula*) levelének bőrsajtja; a sejtmag a sejt közepén foglal helyet. *E* a tarkarigó pohár (*Cypripedium*) levelének bőrsajtja; a sejtmag a vastagodófélben lévő felső sejt felé húzódott. *F* az áloe (*Aloe verrucosa*) levelének bőrsajtja; a sejtmag a sejt felőli részében képződő lécszerű vastagodás közvetlen szomszédságába helyezkedett. Prenant és Haberlandt rajza.

dásnak bevezetése és irányítása a főfeladata. Először a vezértest oszlik, ezt nyomban követi a sejtmag és az egész sejt oszlása.

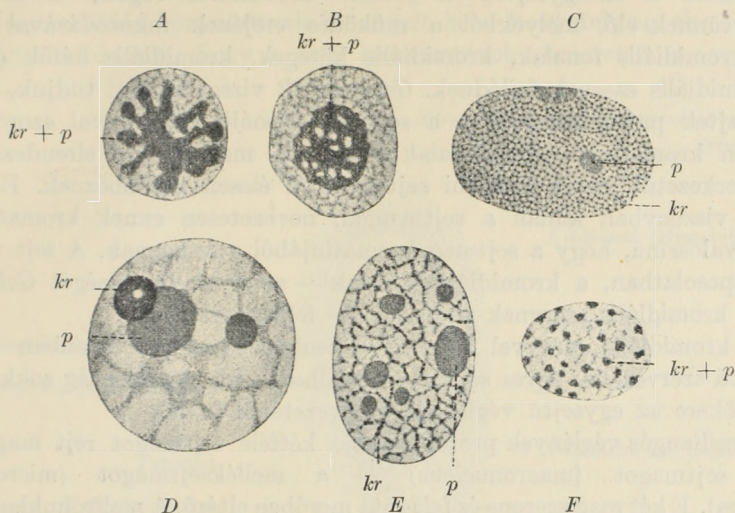
E helyen kell még megemlítenünk, hogy 1904-ben *Goldschmidt* az élénken működő sejtekben, nevezetesen az epithel-izomsejtekben, a test izomsejtjeiben, a felszívó hámsejtekben s az el- és kiválasztó mirigysejtekben a sejtmag mellett a protoplazmában élesen festődő, kromatinból álló fonalakat (574. ábra) talált, melyeknek összességét *kromidiális szervnek* nevezte el. Ennek egyes fonalai a sejtmag kromatinjával egyazon reakciót mutatják, ugyanúgy rögzítődnek és a magfestő szerekkel (haematoxin, karmin stb.) a sejtmag kromatinjához teljesen hasonló módon, de sokszor élénkebben festődnek. Legsűrűbben a sejtmag szomszédságában találhatók és a sejtmaggal mindig össze-



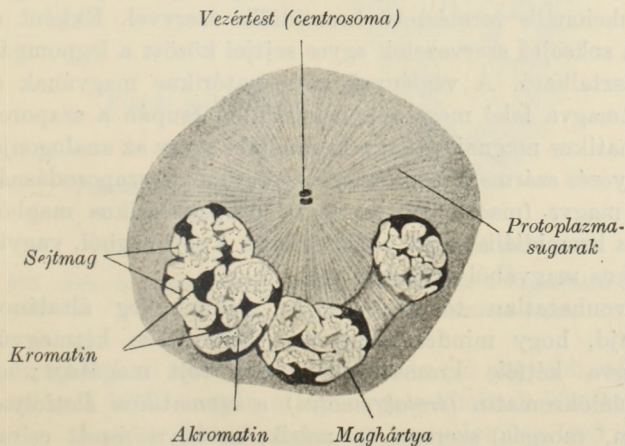
571. ábra. Sejtek különböző alakú sejtmagokkal. *a* Vorticella nevű véglény, kolbász-alakú sejtmaggal; *b* Stentor nevű véglény olvasóalakú sejtmaggal; *c* sejtek a hernyók szövőmirigyéből agancsalakúan elágazó sejtmagokkal. Verworn és Korschelt rajza.

függésben állnak. Sokszor szorosan körülburkolják a sejtmagot, olykor a magba is behatolnak. A tapasztalatok mellett is szólnak, hogy a sejtmagból kromatikus testek sarjadzanak, melyekből új kromidiális fonalak fejlődnek. Az egyes fonalak nem egyneműek; sajátos szerkezetük van, amely annál világosabb, mennél vastagabb a kromidiális fonal. Külső részük a sejtagnál sötétebbre színeződik, belsejük halványabb színű és olvasószerűen elrendezkedett szemekből áll. Számuk és vastagságuk fölötté változó. Olykor csekélyszámúak és vastagok, máskor vékonyak és nagyszámúak, olykor pedig teljesen hiányzanak. Kifejlődésük és számuk kimutathatóan a sejt működésének állapotával áll összefüggésben. Kevésbé működő sejtekben teljesen hiányzanak, ellenben az erőteljesen működőkben gazdag kromidiális fonálzatra bukkanunk. A sejt működésével való összefüggésük egyébként közvetlenül és kísérletileg is kimutatható.

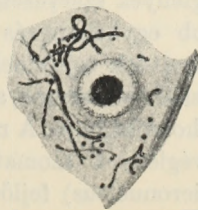
A felszívó hámsejtekben a kromidiális szerv akkor a legnagyobb, amikor a sejtekben táplálékrögöcskék mutathatók ki, vagyis amikor a sejt működése tetőpontján áll. Elektromos ingerlésre az izomsejtek a rendesnél hasonlíthatat-



572. ábra. Különböző sejtmagvak akromatikus maggerendázattal, melyen belül a kromatin és paranuklein elhelyezkedésének főbb típusai láthatók. A és B a napállatocska (Actinosphaerium) magja, C egy ostoros véglény (Ceratium) magja, D a folyami kagyló (Unio) petéjének magja, E és F a soksejtű állatok szöveti sejteinek két közönségesebb sejtmagtípusa. *kr* kromatin, *kr + p* kromatin + paranuklein, *p* paranuklein. Hertwig R. rajza.



573. ábra. A barlangi gőte (Proteus) fehérvérsejtje erősen nagyítva.



574. ábra. A bél-giliszta (Ascaris) izomsejtje, a sejtmag mellett kromatinfolakkal, melyeknek összessége a kromidiális szervet alkotja. Goldschmidt rajza.

lanul gazdagabb kromidiális fonalakat fejlesztenek. Erőteltjes működés, pl. görcsös izomösszehúzódás (tetanus) esetén először hatalmasan gyarapodnak a kromidiális fonalak, később azonban elcsenevésznek. Minden tény tehát amellet szól, hogy a kromidiális szerv funkcionális természetű.

Az összes élénken működő sejtekben a működés alkalmával bizonyos szerkezeti berendezkedések fejlődnek ki, melyek lényeg szerint mindig egyértékűek s melyek átmeneti formákkal szervesen egymáshoz kapcsolódnak. Így például a mirigysejtekben először kromidiális rögök, ú. n. kromidiumok tűnnek elő, melyekből a működés erejének fokozódásával kapcsolatban kromidiális fonalak, kromidiális kötegek, kromidiális hálók és összetett kromidiális szervek fejlődnek. *Goldschmidt* vizsgálataiból tudjuk, hogy az összes sejtek protoplazmájában a sejt funkcionális állapotával szoros összefüggésben kromatinból álló fonalak fejlődnek, melyek úgy elrendezkedésük, mint szerkezetük révén a többi sejtrésztől élesen különböznek. E fonalak egyenes viszonyban állnak a sejtmaggal, nevezetesen ennek kromatinjával; nagyon valószínű, hogy a sejtmag kromatinjából származnak. A sejt működésével kapcsolatban, a kromidiális fonalak — amelyek összességét *Goldschmidt* nyomán kromidiális szervnek nevezzük — felhasználódnak.

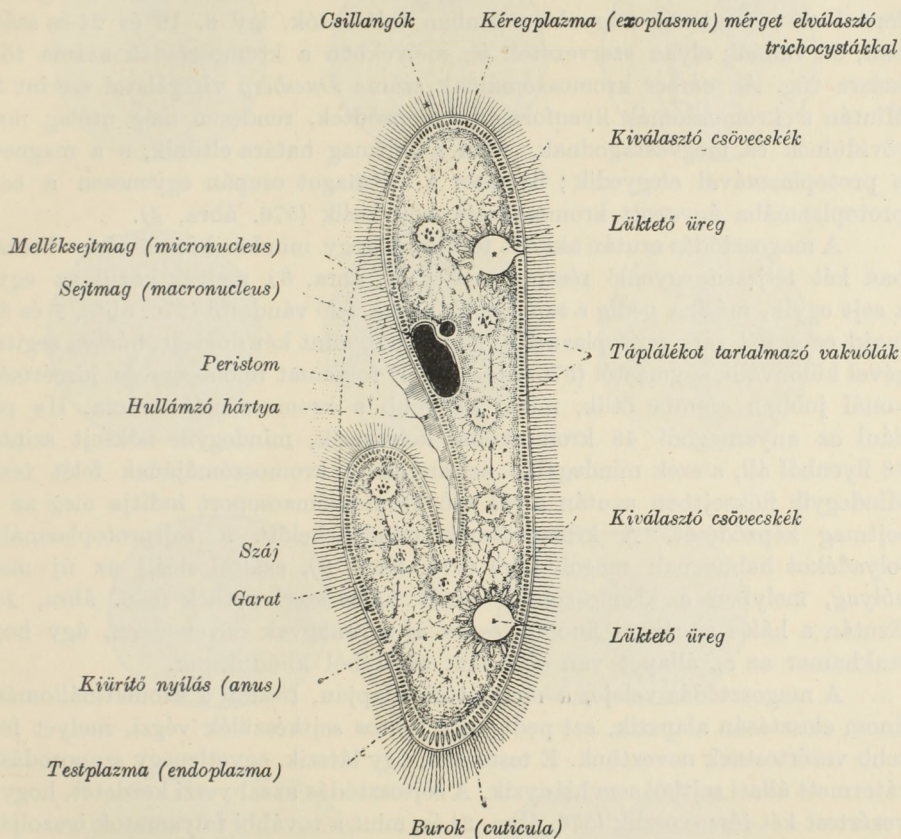
A kromidiális szervvel teljesen rokonképződmények azonban nemcsak a soksejtű szervezetek egyes sejtjeiben találhatók fel. A rokonság sokkal ősbibb, mert gyökere az egysejtű véglények szervezetéből fakad.

A csillangós véglények protoplazmája kétféle sejtmagot rejt magában: a rendes sejtmagot (macronucleus) és a melléksejtmagot (micronucleus) (575. ábra). E két mag szerepe és feladata merőben eltérő. A makronukleusz funkcionális természetű, s ennek megfelelően a táplálkozás, mozgás, el- és kiválasztásnál visz szerepet, ellenben a mikronukleusz csupán a szaporodással kapcsolatos folyamatokat igazgatja; az előbbi magot e szerint szomatikus, az utóbbit pedig propagatórikus magnak nevezhetjük. *Goldschmidt* vizsgálatai szerint a makronukleusz (szomatikus mag) élettanilag és morfológiailag is teljesen egyértékű az ugyancsak funkcionális természetű kromidiális szervvel. Ekként a véglények szervezete és a soksejtű szervezetek egyes sejtjei között a legpompásabb egybehangzás tapasztalható. A véglények propagatórikus magvának a soksejtűek sejtjeinek sejtmagva felel meg, melynek szintén csupán a szaporodásnál van szerepe, a szomatikus magnak pedig a kromidiális szerv az analagonja és homologonja. A megegyezés származástaniilag is szembetűnő. A szaporodásnál a véglények szomatikus magva (macronucleus) az új propagatórikus magból (micronucleus) fejlődik; a kromidiális szerv pedig szintén a sejtmagból, vagyis a soksejtűek propagatórikus magvából sarjadzik elő.

Mindeme kétségbevonhatatlan tények alapján valószínűleg általános törvénynek bizonyul majd, hogy minden állati sejt lényegében kétmagvú. Minden állati sejt magva kétféle kromatin-állományt rejt magában; az egyik, az úgynevezett táplálókromatin (*trofokromatin*) a szomatikus életfolyamatoknál (anyagforgalom, mozgás) szerepel, a másik, az úgynevezett csirakromatin (*idiokromatin*) a szomatikus életfolyamatoktól függetleníti magát, az átöröklés anyagát (*Nägeli*-féle idioplazma) hordozza és csak a szaporodásnál, vagy a szomatikus mag esetleges megújításánál lép működésbe.

A sejtmagnak fontos szerepe van a sejtek szaporodásánál. A sejtek szaporodását, úgynevezett oszlását mindig a sejtmagvak oszlása előzi meg. Régebben a sejtszótódást felette egyszerű folyamatnak tartották. A sejtmag egyszerűen

befüzdve két magra különül és az új sejtmagvak mindegyike körül a sejt protoplazmájának fele elhatárolódik. Ma a sejtosztódást sokkal bonyolódottabb folyamatnak tartjuk. Számos vizsgáló ernyedetlen és kitartó munkássága e bonyolódott folyamatokat teljesen tisztázta, és ha ez alkalommal az egyszerűnek tartott sejtosztódás bonyolultnak bizonyult is, a bonyolultság oly észszerű és oly fényt derítő volt, hogy a sejt szervezetének ismeretét a sejtosztódás



575. ábra. A Paramecium szervezete. A nyílak a táplálékkal telt vakuólák mozgásának irányát jelzik. Jammes rajza.

vizsgálatánál semmi sem mozdította elő nagyobb mértékben. E helyen az eredmények közül csupán a leglényegesebbeknek közlésére szorítkozhatunk.

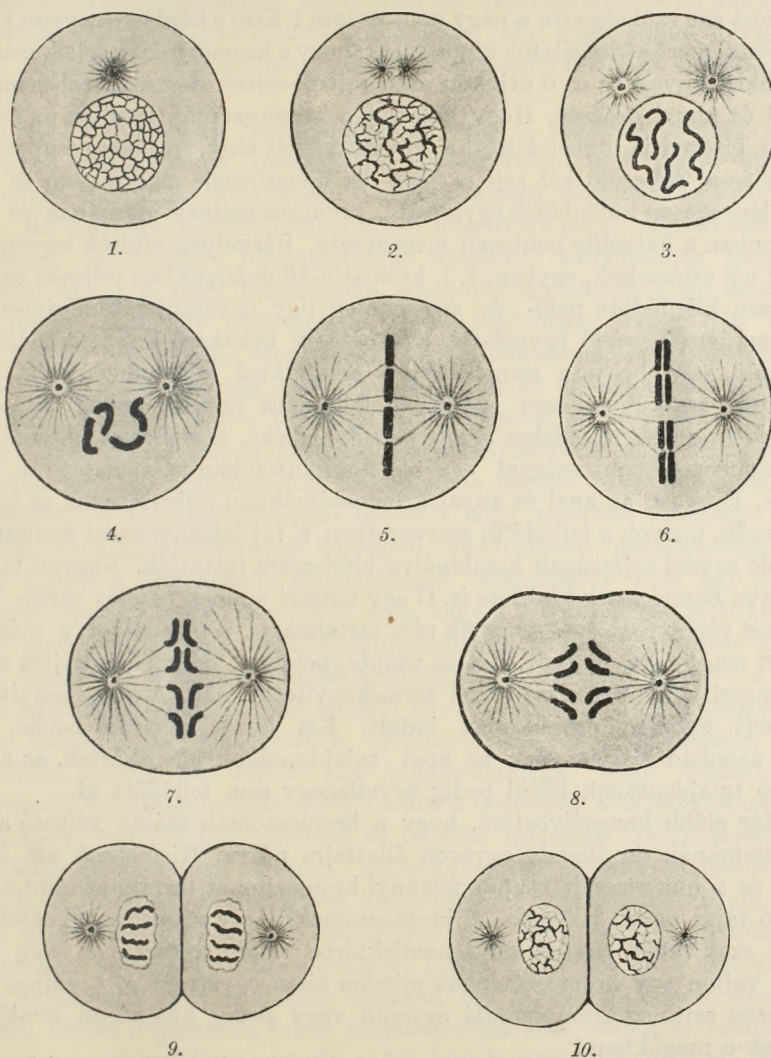
Az 576. ábra 1. rajza egy nyugalomban levő sejtnak vázlatos keresztmetszete. A tömöttebb protoplazmában a sejtmag finom hárttyával határolt, világos hólyag alakban tűnik fel. A sejtmagot alkotó, az előbbieken már ismertetett különböző anyagok közül az esetek legnagyobb részében csak egyetlen egyet követhetünk teljes folytonosságban az anyamagtól a fióksejtmagig; ezt, bizonyos festőanyagokhoz való feltűnő vonzalma miatt — tudvalevőleg — *kromatin*nak nevezzük. Nyugvó sejtmagban a kromatinállomány szivacszerű, hálós szer-

kezetű (576. ábra, 2). A magosztódás azzal indul meg, hogy a kromatin mozgásnak indul. A kromatinhálózat egyes részei megvastagodnak, mások pedig ennek megfelelőleg vékonyabbá válnak. E folyamat végét láthatjuk a 576. ábra 3-mal jelölt rajzán. Itt a kromatinállomány néhány fonalszerű testbe tömörült össze, melyeket *magelemeknek*, vagy *kromoszómáknak* nevezünk. Számuk a különböző állatfajokon változó; egy és ugyanazon fajra nézve azonban állandó. A négyes szám, mint amennyit az ábrán látunk, bizonyos férgekben fordul elő; rendszeren nagyobb számban találhatók, így 8, 16 és 24-es számban, de vannak olyan szervezetek is, melyekben a kromoszómák száma több százra rúg. Az ember kromoszómáinak száma *Duesberg* vizsgálatai szerint 24. Miután a kromoszómák ilyenformán kiképződtek, rendszeren még utólag meg-rövidülnek és megvastagodnak, mire a sejtmag határa eltűnik, s a magnedv a protoplazmával elegyedik; ilyenkor a sejtmagot csupán egyenesen a sejtprotoplazmába ágyazott kromoszómák képviselik (576. ábra, 4).

A magosztódás ezután akként történik, hogy minden kromoszóma hosszában két teljesen egyenlő részre hasad (576. ábra, 6), melyek közül az egyik a sejt egyik, másika pedig a sejt másik sarka felé vándorol (576. ábra, 7 és 8); majd ez a két sark protoplazmától körülvéve, mint két fióksejt, hártya segítségével különválik egymástól (576. ábra, 9). E folyamat finomsága és kimértsége annál jobban szembe ötlük, minél nagyobb a kromoszómák száma. Ha például az anyamagból 48 kromoszóma keletkezik, mindegyik fióksejt szintén 48 ilyenből áll, s ezek mindegyike az anyamag kromoszómájának felét teszi. Mindegyik fióksejtben azután a reá eső kromoszómacsoport indítja meg az új sejtmag képződését. A kromoszómák mindenekelőtt a sejtprotoplazmából folyadékot halmoznak magok köré (576. ábra, 9), ezáltal előáll az új maghólyag, melyben a kromoszómák ismét hálós szerkezetűek (576. ábra, 10). Ezután a hálós szerkezet finomul és az új sejtmagvak növekednek, úgy hogy csakhamar az az állapot van előttünk, amelyből kiindultunk.

A magosztódás veleje, a mondottak alapján, tisztán a kromatinállomány finom elosztásán alapszik, ezt pedig az a fontos sejtkészülék végzi, melyet fentebb vezértestnek nevezünk. E testecske, úgy látszik, egyetlenegy szaporodásra rátermett állati sejtből sem hiányzik. A sejtosztódás azzal veszi kezdetét, hogy a vezértest két részre oszlik (576. ábra, 2) és, mint a további folyamatok igazolják, e két fiókvezértest fogja az ezután keletkező két fióksejt középpontját alkotni. Mialatt mindkét vezértest egymástól eltávozik, az őket körülvevő protoplazmaudvar fonalszerű sugarakká alakul át, melyek úgy csoportosulnak a vezértest köré, mint a vasreszelék szemecskéi a mágneses pólus körül. Ezáltal a sejt protoplazmájában két, mindinkább nagyobbodó sugárrendszer keletkezik (576. ábra, 4), melyet rendszeren *asztroszféra* névvel szokás jelölni. Az asztroszférák olyatén sajátosságúak, hogy a kromoszómákat magukhoz tudják kapcsolni: mindegyik szféra arra törekszik, hogy a kromoszómákat a vezértesttől bizonyos távolságban egy gömbfelületben egyesítse és rendezze, mely célra sugarai közül egyesek szabályszerű módon a kromoszómákhoz erősödnek. Minthogy minden egyes kromoszómára mindkét asztroszféra hat, ezek kénytelenek szabályszerűen rendezkedve a két vezértest között az úgynevezett egyenlítői síkban foglalni helyet (576. ábra, 5).

A kromoszómák kettéhasadása ezután úgy történik, hogy egyik felük az egyik szférával, másik felük pedig a másik szférával marad kapcsolatban (576. ábra, 6); ezután mindkét szféra ellentétes irányban megrövidül, mely alkalmal magával húzza a vele kapcsolatos kromoszómákat (576. ábra, 7 és 8).



576. ábra. Vázlatos rajzok a mag- és sejtoszlásról. Boveri rajza.

Ugyanezen irányban egyidejűleg a sejt teste is megnyúlik és a vezértestek között a középen befűződve, két részre különül; ez utóbbi folyamat is, mint a különböző kísérletek igazolják, szintén a vezértest működésére vezethető vissza. Mindezek lefolyása után az asztroszféra ismét jelentéktelen kis protoplazmaudvarra zsugorodik, vagy teljesen eltűnik; a vezértest azonban mint önálló sejtszerv

továbbra is megmarad a sejtmag mellett, s a sejt dinamikai központjának, illetőleg osztódása szervének tekinthető.

A magosztódásnak veleje, mint láttuk, tisztán a kromatin-állománynak finom elosztásán alapszik. A sejtosztódás alkalmával minden fióksejt magva pontosan egyenlő számú és egyenlő minőségű kromoszómákat kap. Kérdés most már, miért van szükség erre a nagy pontosságra? Erre a kérdésre nagyon könnyen felelhetünk, mert a vizsgálatok kimutatták, hogy a kromoszómák rejtik magukban az átöröklés anyagát; az ő útjukon száll sejtről-sejtre, nemzedékről-nemzedékre az apai és anyai örökség. Hogy valóban a kromoszómák hordják az átöröklés anyagát, bizonyítja többek között a következő két tény. Az ivaros szaporodásnál az egymással egyesülő két sejt, a pete- és hímsirasejt nagyságban és szerkezetben lényegesen különbözik egymástól, kromoszómaiknak számában és alakjában azonban a hajszálig pontosan megegyezik. Bármilyen eltérők legyenek is a hím- és női csirasejtek, egyben, t. i. kromatin-állományukban teljesen egyenlők. A teljesen kifejlődött pete- és spermamag (így nevezzük a hímsirasejt magját) nagyságra egyenlő egymással, s a belőlük keletkező kromoszómák száma is egyenlő, úgy hogy a termékenyítés alkalmával végeredményben, alakra, nagyságra, számra teljesen hasonlóan fekszenek egymás mellett az apai és anyai kromoszómák, melyeket a sejt osztókészüléke, a vezértest, felülmulhatatlan, bámulatos pontossággal egyenlő kombinációban származtat át a fióksejtekre. Ezekben az apai és anyai kromoszómákban rejlenek azok az igazgató, csodás erők, melyek a fejlődő új szervezetben a faj jellemvonásai mellett mindkét szülő egyéni sajátosságait kombinálva kifejezésre juttatják. Nagyon bizonyító erre nézve Boveri egyik kísérlete is. Ő egy tengeri sünnnek petéjét tartós rázogatással két részre osztotta. Az egyik rész tartalmazta a petemagot, a másik rész ellenben mag nélkül maradt. Ezt az utóbbi, petemag nélküli petesejtet egy más fajú tengeri sünn hímsirasejtjével termékenyítette meg. A termékenyítés után a petesejt gyorsan osztódásnak indult. Kis lárva fejlődött belőle, ezen a lárván azonban tisztán csak az apai tulajdonságok jelentkeztek, az anyafajt jellemző tulajdonságok közül pedig egyetlenegy sem fejlődött ki.

Már előbb hangsúlyoztam, hogy a kromoszómák száma változó a különböző állatoknál, de állandó egyazon állatfajra nézve. Kiemeltem azt is, hogy a pete és a hímsirasejt csupán félannyi kromoszómát tartalmaz mint amennyi az illető fajra nézve jellemző. A kromoszómákkal oly sokan foglalkoztak, hogy arra az ezek után önkéntelenül homloktérbe toluló kérdésre is meg tudunk felelni, vajjon egy kromoszómának minden része egyértékű-e, s vajjon egy és ugyanazon sejtmag kromoszómái egyenlő vagy pedig különböző kvalitásokat foglalnak-e magukban?

Az *Ascaris megalocephala bivalens* nevű féreg, valamint a csíkbogár (*Dytiscus*) példája amellet bizonyít, hogy egy kromoszómán belül is kvalitatív különbségek vannak az egyes területek között. Az *Ascaris megalocephala bivalens* Herla és Boveri azt tapasztalták, hogy a megtermékenyített pete négy kromoszómája csak az egyik fióksejtbe megy át változatlanul, ellenben a másikban mindegyik kromoszómának végei lefűződnek és elsorvadnak; ezt a folyamatot *diminuciónak* nevezzük. A négy teljes kromoszómával felszerelt

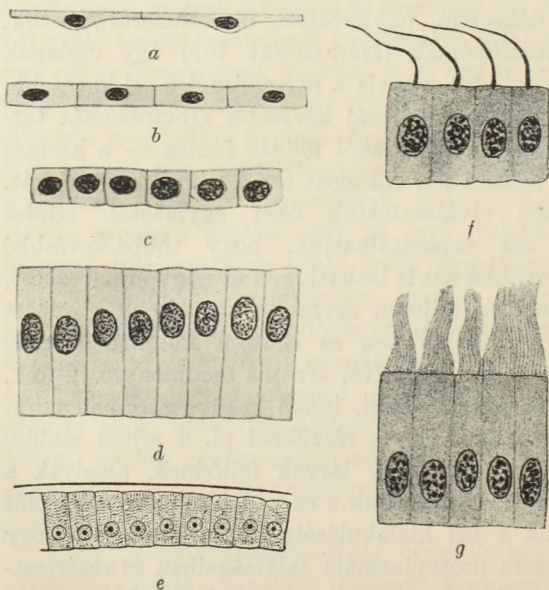
fióksejt azután még háromszor-négyszer osztódik, mely alkalomkor az egyik fióksejt mindig a diminúció folyamatán esik át; a fióksejteknek ebből a fajtájából formálódik az *Ascaris teste*, míg a négy kromoszómát változatlanul megtartó sejtből lesz az őscsirasejt, melyből a csirasejtek fejlődnek. Ezenkívül még több olyan esetet ismerünk, melyekben egy kromoszómán belül kimutatható a különböző területek kvalitásbeli különbsége, úgy hogy joggal következtethetünk arra, hogy ez a jelenség valószínűleg a kromoszómák általános sajátossága.

Hogy pontosabban megfelelhessünk arra a kérdésre, vajjon egyazon mag egyes kromoszómái mindnyájan egyértékűek vagy pedig különböző kvalitásokat foglalnak-e magukban, evégből néhány kísérletet kell előrebocsátanunk. Ha normálisan megtermékenyített tengerisün-petét, miután két, illetve négy sejtre, úgynevezett blasztomerára osztódott, kalciumhíjas tengervízbe helyezünk, akkor a négy blasztomera elkülönül egymástól, s ha most ezt a négy, immár különvált blasztomerát ismét közönséges tengervízbe tesszük, akkor *Driesch* vizsgálatai szerint mindegyik blasztomerából normális lárva fejlődik, mely csak nagyság tekintetében tér el az egész petéből fejlődöttől. Ismételjük meg most ezt a kísérletet olyan petével, melyet bizonyos bódító szerekkel való kezelés révén kettősen termékenyítettünk meg, azaz, amelybe két spermamag s így a normális 36 kromoszóma helyett 54 kromoszóma került. Ez a petesejt a két spermamaggal bekerült négy vezértest működése folytán szimultán, azaz egyidőben négy fióksejtre, úgynevezett blasztomerára oszlik, melyek között a kettéhasadt kromoszómák (számszerint 108) úgy oszlanak meg, hogy egy-egy blasztomerára 27 esik, vagyis a normálisnál 9-cel kevesebb. A négy blasztomera tehát nemcsak a normálisnál kevesebb kromoszómát tartalmaz, hanem — s ez problémánk szempontjából fölötte fontos — a kromoszómák különböző kombinációját tünteti fel. Ha most ezt a négy blasztomerát, miután kalciumhíjas tengervízben elválasztottuk őket egymástól, rendes tengervízbe tesszük át, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy többé-kevésbbé kóros formák fejlődnek belőlük, továbbá azt is láthatjuk, s ez nagyon nevezetes, hogy a négy, egy petéből származó és teljesen egyforma körülmények között tenyésztett blasztomerák egészen különbözően és egészen különböző fokig fejlődnek. A kísérletet többszörösen megismételve, arra az eredményre jutunk, hogy a blasztula-fokot csaknem mindegyik eléri, innen kezdve azonban félreismerhetetlen különbségek mutatkoznak. Egyik részüknél pl. a sejtek elkülönülnek egymástól, más részükből ellenben oly lárvák fejlődnek, amelyek a blasztula, illetve a gasztrula-fokon megállapodtak s ez utóbbiak sorában ismét némelyek a vázképződésig, mások a bél kialakulásáig jutottak el. Minthogy ebben az esetben a négy blasztomera protoplazmája sajátosságaiban és vezértestjeiben teljesen egyértékű, a tapasztalt jelenségeket csak a különböző kromatinállománynak tulajdoníthatjuk. Ez a magyarázat azonban azt az újabb kérdést szöli ki, vajjon az egyes blasztomerákban a kromoszómáknak normálisnál kisebb száma, vagy pedig a kromoszómák különböző kombinációja okozza-e a jelenséget? A felvetett kérdésre teljes határozottsággal azt felelhetjük, hogy a kromoszómáknak a normálisnál kisebb száma nem lehet a sajátos s részben

kóros fejlődés oka, mert a mesterséges szűznemzés eseteiből tudjuk, hogy a kromoszómák száma felére csökkenhet, teszem a példaként említett tengeri sünnél 18-ra, és mégis mindig teljesen normális lárvák fejlődnek. Nem marad tehát más föltevés hátra, mint az, hogy a normálistól eltérő és különböző fejlődési szakaszoknál megálló fejlődést a kromoszómák különböző kombinációjának tulajdonítsuk, vagyis kimondjuk azt, hogy az egyes kromoszómák egy és ugyanazon magon belül is különböző kvalításokat foglalnak magukban. Úgy a petemag, mint a spermamag a fejlődéshez szükséges kromoszómák összes fajtáit tartalmazza, azonban úgy a petemag, mint a spermamag egyes kromoszómái között kvalitatív különbségeknek kell lenniök, úgy hogy csak egészen meghatározott kombinációban, valószínűleg mindannyian együttvéve, foglalják magukban a normális fejlődéshez szükséges sajátosságokat.

A szövetek.

Minden élőlény fejlődése kezdetén egyetlenegy sejtből áll. A magasabbrendű állatok azonban csak átmenetileg egysejtűek, mert a fejlődésük alapjául szolgáló megtermékenyített petesejt gyors egymásutánban osztódik, s folytonosan újabb és újabb sejteket hoz létre, melyek kezdetben egyformák, később azonban a munkamegosztás elve alapján különböző

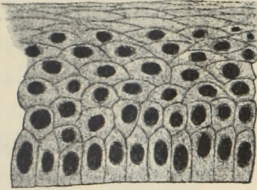


577. ábra. Különböző egyrétegű fedőhám. *a* és *b* lapos hám, *c* köbös hám, *d* hengeres hám, *e* kutikulás hám, *f* ostoros hám, *g* csillós hám.

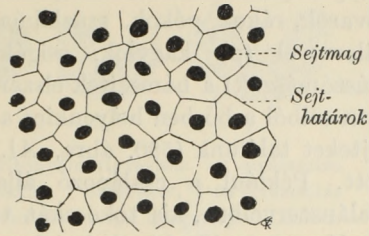
életteni feladatok teljesítésére alkalmasan megváltoznak. Ezen bizonyos irányban megváltozott és csak bizonyos életteni feladat végzésére elkülönült sejteknek bizonyos törvények szerint elrendezett csoportját szöveteknek nevezzük. Szövet alatt tehát bizonyos irányban egyenlően differenciált és csak bizonyos működésre alkalmas sejteknek törvényszerűen elrendezett csoportját értjük. A szövetek azonban nemcsak bizonyos életteni feladatok teljesítésére alkalmasan megváltozott sejtekből, hanem ezeknek átalakult vagy kiválasztás útján keletkező termékeiből is állanak, melyeket sejtközzötti állomány néven szokás összefoglalni.

Mínthogy a szöveteket a különböző életteni működésekhez való különleges alkalmazkodás hozta létre, azért a szöveteket életteni feladatuk alapján szokás

osztályozni. Ilyen alapon az állatok testében négyféle szövetet különböztetünk meg. Nevezetesen : 1. hám-, 2. támasztó- és hézagöltő-, 3. izom- és végül a 4. idegszövetet.

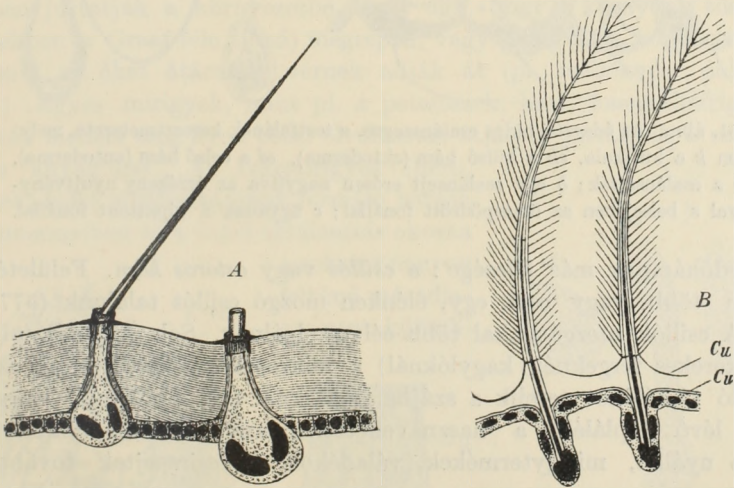


578. ábra.
Többrétegű fedőhám.



579. ábra. Fedőhám, felülről nézve. Böhm-Davidoff rajza.

1. *Hámszövet.* Mint tudományos neve (epithel) mutatja, az állatok felületét borítja. Azonkívül az összes szervek belső üregeit kibéleli. Jellemző reá, hogy szorosan egymás mellé helyezett sejtekből áll, melyeket finom protoplazmahidak vagy pedig sejtközi alapállomány kapcsol egymáshoz. A sejtek alakja nagyon változatos. Majd gömbalakú, máskor sokszögletes, hengeres, kocka-

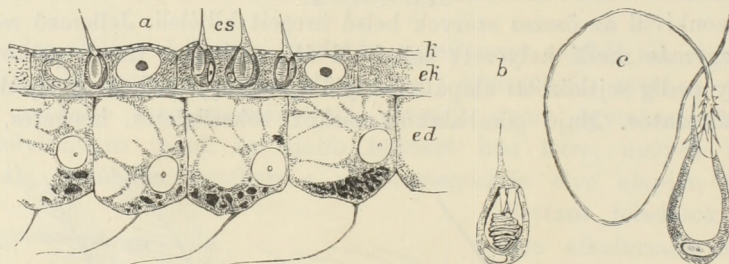


580. ábra. Kutikulás hám. *A* egy hernyó kutikulás hámja, két méregmirigysejttel. *B* alsóbbrendű rák (*Branchipus*) kutikulás hámja a vedlés időszakában; *Cu* kutikula tollasan elágazó szőrökkel, *Cu'* megújult kutikula, mely a levett régi kutikula helyét foglalja el a vedlés után. Claus rajza.

alakú, olykor pedig pikkelyszerűen lapos (577. ábra). A sejtek egy vagy több rétegben helyezkedhetnek el, s e szerint megkülönböztetünk egy- és többrétegű hámot (577. és 578. ábra).

A hámnak első fajtája : a *fedőhám* (579. ábra). Ennek feladata az állatok külső felületét beburkolni és belső üregeit kibélelni, működése tehát első sorban a védelemre irányul. Hogy szerepe milyen fontos, bizonyítja az, hogy ha

a fedőhámot a test valamelyik helyén eltávolítjuk, gyuladás keletkezik, mely mindaddig tart, míg új hám nem fejlődik. A védelem fokozása céljából erős hárttyát (cuticula, 580. ábra), némely állatok felületén pedig erős chitinből (pl. rovarok, rákok, pókok, százlábúak), illetve conchiolinból álló szilárd páncélt választ el (pl. kagylók, csigák). A magasabbrendű állatoknál (pl. emlősök, csúszómászók) a hámsejtek elszarusodása útján keletkezik ilyen hárttya. Ugyanezen célból a bőrben helyenkint a fedőhámsejtek között mérget elválasztó hámsejteket találunk (580. ábra, A). Ezeknek szerkezete néha nagyon bonyolódott. Például a csalánozó állatok (*Cnidaria*) méregsejtjeiben, úgynevezett csalánszerveiben, kis tokocskát találunk, melyből kifelé áralakú merev tűske (csalánserte) áll ki, belsejében pedig csöves fonál van felpederve. Mihelyt valamely állat hozzáér a csalánsertéhez, a hegyes csalánozó fonál kiperdül, s a hámsejt elválasztotta gyorsan ható mérget az állat testébe oltja (581. ábra).

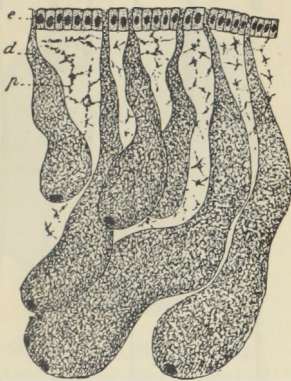


581. ábra. Az édesvízi hydra csalánszerve. *a* testfalának keresztmetszete, melyben *k* a kutikula, *ek* a külső hám (ektoderma), *ed* a belső hám (entoderma), *cs* a csalánsejt; *b* egy csalánsejt erősen nagyítva az érzékeny nyújtványával; *c* ugyanaz a kipattant fonállal.

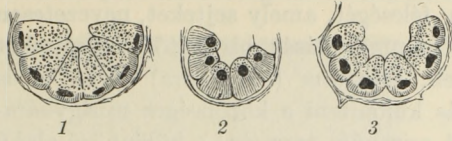
A fedőhámnak más felesége: a *csillós* vagy *ostoros hám*. Felületén minden sejten több vagy csak egy, élénken mozgó csillót találunk (577. ábra, *f* és *g*). A csillók mozgásukkal több célt szolgálnak. Sok állatnál (pl. szivacsoknál, kerekcsigánál, kagylónál) a mikroszkópi kicsinységű szervezeteiből álló táplálékot terelik a szájba, másoknál (pl. férgek, kagylók) a bélben lévő táplálék, a hasznavehetetlen anyagok, továbbá a legtöbb állatnál a nyálka, mirigytermékek, váladékok és csirasejtek továbbítására szolgálnak.

A hámnak külön csoportját alkotja: a *mirigyhám* (582—585. ábra), melynek feladata olyan anyagokat termelni, illetve kiválasztani, melyek a szervezet testének felépítéséhez nem szükségesek. Ha ezeknek a szervezet hasznát veheti, *szekrétumoknak*, ha pedig hasznavehetetlenek, *exkrétumoknak* nevezzük. Az el- és kiválasztó működést végezheti egy vagy több sejt. Ilyen egyszerű elválasztó hámsejt pl. a *kehelysejt*, mely a nyálkahártyákon a többi hámsejtek közé van beiktatva, s tőlük csak abban tér el, hogy a felületre néző része nyálkás anyaggá alakul át, s az így keletkezett nyálka a szabad felületre ürül (586. ábra). Ha több sejt teljesít elválasztó vagy kiválasztó feladatot, akkor az ilyen mirigysejtek a működő felület nagyítása céljából

betüremlenek. Így keletkeznek a különböző alakú és nagyságú mirigyek. Alakjuk szerint csöves és bogyós mirigyeket szokás megkülönböztetni. Úgy a csövesek,



582. ábra. Egysejtű mirigyek a kerti csiga (*Helix pomatia*) bőréből. Hertwig R. rajza.



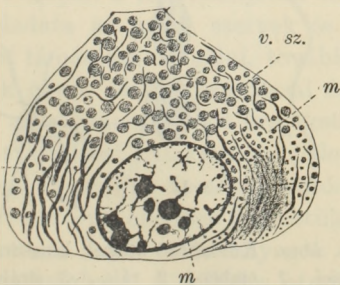
583. ábra. Hasnyálmirigysejtek az elválasztás különböző szakán. 1 éhezéskor, 2 az elválasztás első szakán, 3 az elválasztás tetőpontján. Landois rajza.

mint a bogyósak lehetnek azután egyszerűek vagy összetettek, elágazók vagy el nem ágazók.

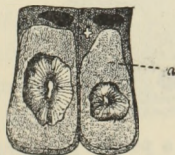
A legtöbb mirigynek van kivezető csöve. Ismerünk azonban olyan zárt mirigyeket is, pl. pajzsmirigy, mellékvese, lép, melyeknek csak a fejlődés bizonyos szakán volt ilyen kivezető csatornájuk. Ezek termékeiket két-

féleképpen juttatják a környezetbe, vagy úgy, hogy a környező tüsző (pl. a petefészekben a Graaf-féle tüsző) megreped, vagy pedig úgy, hogy termékeiket közvetlenül az őket átáramló vérnek adják át (pl. mellékvese, pajzsmirigy, lép stb.). Egyes mirigyek, mint pl. a petefészek, here, hasnyálmirigy, külső elválasztás mellett még ilyen belső elválasztás útján is juttatnak a szervezetbe bizonyos anyagokat. Az ivarmirigyek (here, petefészek) belső elválasztásának formáló hatása is van, amennyiben ez a belső elválasztás okozza

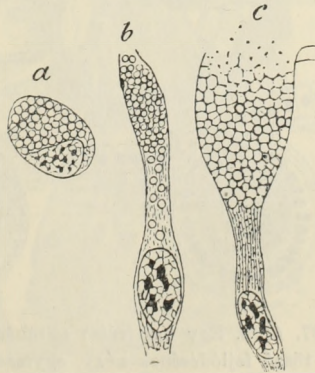
a sokszor nagyon feltűnő másodlagos nemi különb-



584. ábra. Mirigyváladékkal telt hasnyálmirigysejt a szalamandra lárvájának hasnyálmirigyéből. v. sz. váladékszemecek, m sejt-mag. Schneider K. C. rajza.



585. ábra. Vese-sejtek a kerti csiga (*Helix pomatia*) veséjéből. Schneider K. C. rajza.

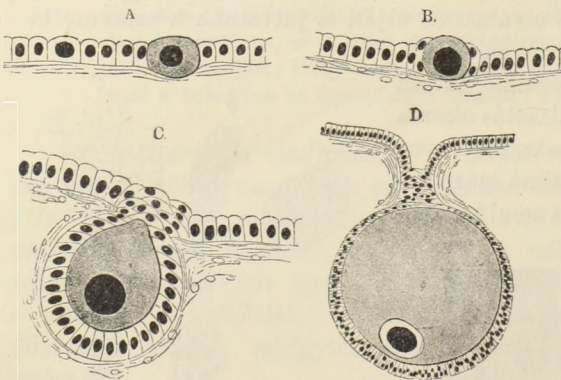


586. ábra. Kehelysejtek a tarajos götte (*Triton*) beléből. a egészen fiatal sejt, b a nyálkaelválasztás kezdetén, c az elválasztás szakában. Bizzozero rajza.

ségeket (pl. nászruha, agancsképződés stb.). A mirigyeket elválasztásuk szerint is osztályozhatjuk. Eszerint megkülönböztethetünk verejtéket, faggyút, nyálkát, viaszt, különböző illatos és bűzös anyagokat, mérget, emésztő-nedveket és

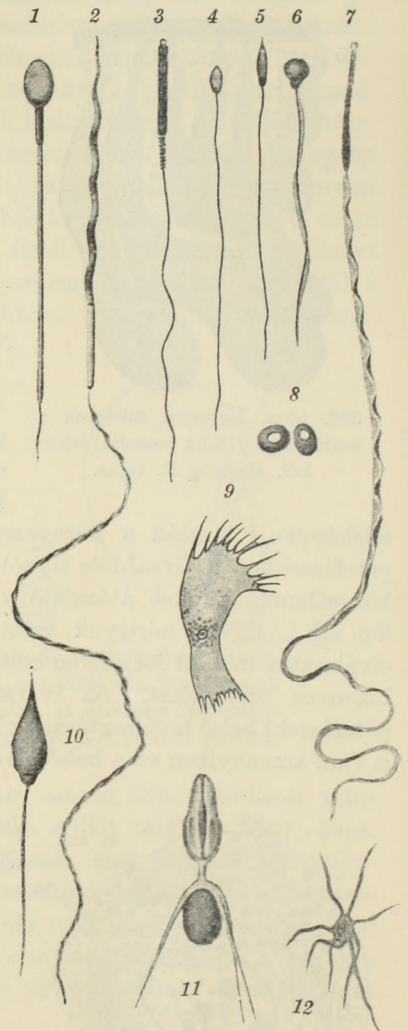
bomlástermékeket elválasztó mirigyeket. A legtöbb mirigy folyadékokat termel, vannak azonban olyanok is, melyek egész sejteket választanak el. Ilyen mirigy pl. a here és a petefészek. A mirigyhámnak azt a féleségét, amely sejteket, nevezetesen a faj fennmaradását biztosító csirasejteket termeli, *csirahám* (587. ábra) néven el is szokás különíteni a közösleges mirigyhámtól. A csirahám termékei a különböző alakú és nagyságú hímsirasejtek, úgynevezett spermatozoák vagy spermiumok (588. ábra) és a peték (589. ábra), vagyis azok a sejtek, melyeknek egyesüléséből új állatok fejlődnek.

A hámnak élettanilag és alaktanilag is jól elkülöníthető fajtája a *felszívó hám* (590. ábra), melynek sejtjei az élősködő állatoknál a bőrben, a többi állatoknál pedig a bélcsőben foglalnak helyet, s arra vannak hivatva, hogy a megemésztett, vagyis vízben oldható táplálóanyagokat a szöveteket és sejteket tápláló testnedvbe, a vérbe, juttassák.



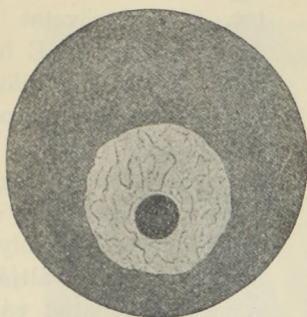
587. ábra. Egy hal (rája) csirahámja a pete és petetüsző fejlődésének négy, egymást követő szakán.

Nem szorul bővebb bizonyításra, hogy a külvilág ingereinek felfogása az állatra nézve milyen nagy fontosságú, mert ezek irányítják az állatot cselekvéseiben. Mint-hogy a külső ingerek az állatok felületét borító szövetet érik, nem csodálkozhatunk azon, hogy a hámnak bizonyos sejtjei az ingerek felfogásának feladatát vállalták magukra. Ez utóbbi, külső

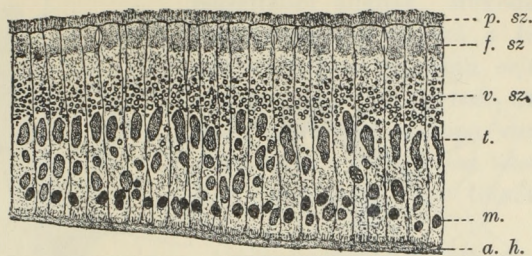


588. ábra. Különböző állatok hímsirasejtjei. 1 ember-, 2 rája-, 3 sirály- (Larus), 4 csiga- (Patella), 5 medúza- (Aurelia), 6 csuka-, 7 bogár- (Dytiscus), 8 rák- (Mysis), 9 bolharák- (Daphnia), 10 tüdős hal- (Protopterus), 11 folyami rák- (Astacus) és 12 fonálféreg (Nematoda) hímsirasejtje. Boas rajza.

ingerekre nagyon érzékeny sejtek alkotják együttvéve az *érző hámot* (591. ábra). Az *érző hám* kiváltképpen az érzékszervekben fordul elő. Sejtjei rendszeren a többi hámsejtek között foglalnak helyet, azok-



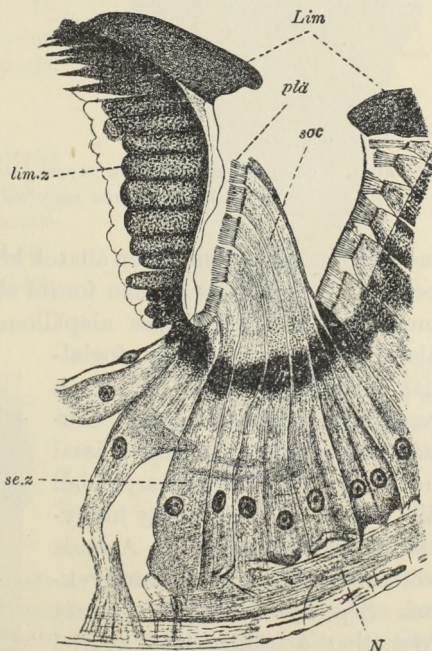
589. ábra. Tengeri csillag
(*Asterias glacialis*) petesejtje.
Korschelt rajza.



590. ábra. Felsőívó hám a béliliszta (*Ascaris megalocephala*) beléből. *p. sz.* pálcikás szegély, *f. sz.* felszívó plazmaréteg, *v. sz.* váladékszemesek, *t.* felszívott táplálékrögök, *m.* sejtmag, *a. h.* alaphártya.
Schneider K. C. rajza.

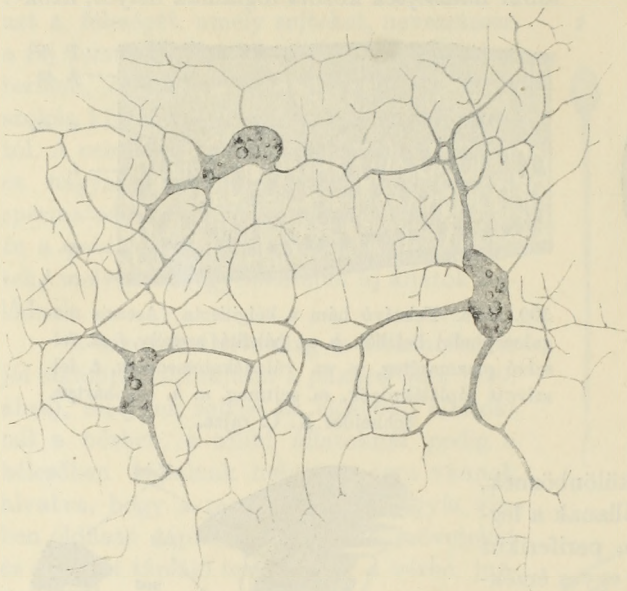
tól azonban lényegesen különböznek, amennyiben idegrostokkal állanak a legszervesebb összeköttetésben, periferikus végükön pedig sajátos, az egyes érzékszervekre jellemző végkészülékekkel (pálcikák, csapok, tapintó-, szagló- és hallószőrök stb.) vannak ellátva.

2. *Támasztó és hézagöltő szövet.* Míg a hám a test felületét és üregeit vonja be, addig a támasztó és hézagöltő szövet csupán a test belsejében fordul elő. Feladata az egyes szervek és az egész test támaszául szolgálni, továbbá a szervek egyes részeit egymással összekötni és a szabadon maradt üregeket, hézagokat kitölteni. Alaktanilag jellemző reá, hogy a sejt elemek jelentősége háttérbe szorul, ellenben helyettük a sejtek termelte sejtközüti anyagok nyerne fontosságban. A fejlődés bizonyos szakán ennek a szövetnek a sejtjei is hasonlóak a hámsejtekhez, később azonban orsóalakúan megnyúlnak, majd többszörösen elágaznak, csillagalakúakká válnak, vagy tetemesebben megkisebbedve, kerekded alakot öltenek, s ezzel kapcsolatban különböző összeállású sejtközüti állományt választanak ki. Ez utóbbinak élettani szerepe folyton nagyobbodik, ellenben az ezt létrehozó sejtéké,



591. ábra. Érzékhám a *Carinaria mediterranea* nevű tengeri csiga szeméből. *se. z.* fényfogó sejtek, *soc* a fényfogó sejtek pálcikás külső része, *plá* pálcikák, *lim. z.* közönséges hámsejtek, *Lím* hámsejtek elválasztotta fedőhártya. Schneider K. C. rajza.

a regeneráció folyamatát nem tekintve, folyton kisebbedik. A jellemző sejtközüti állomány halmazállapota szerint három fajtáját különböztetjük meg,



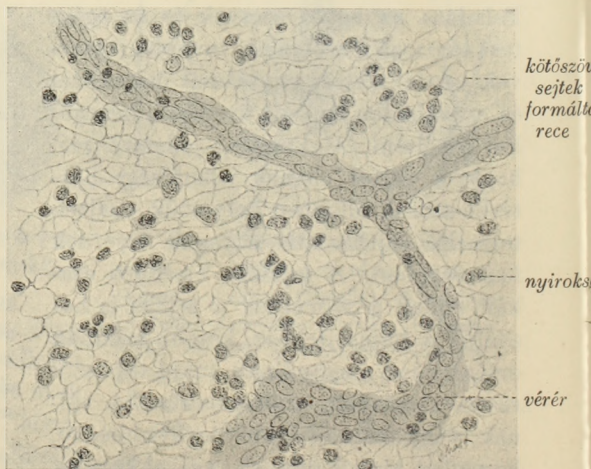
592. ábra. Kocsonyás kötőszövet a havasi göte (*Triton alpestris*) farkából. 500-szoros nagyítás.

úgy mint: 1. kötőszövetet, 2. porcszövetet és 3. csontszövetet. E három, látszólag különböző szövet összetartozó voltát bizonyítja az a körülmény, hogy egymást helyettesítik és az egyéni fejlődés folyamán egymást felváltják. A gerinces állatok váza pl. először kötőszövetből, majd porcszövetből, végül csontszövetből áll.

Kötőszövetek néven azokat a hézagöltő szöveteket foglaljuk össze, amelyeknek sejtközüti állománya a porc- és csonthoz képest lágy. — Első félesége a *kocsonyás kötőszövet* (592. ábra),

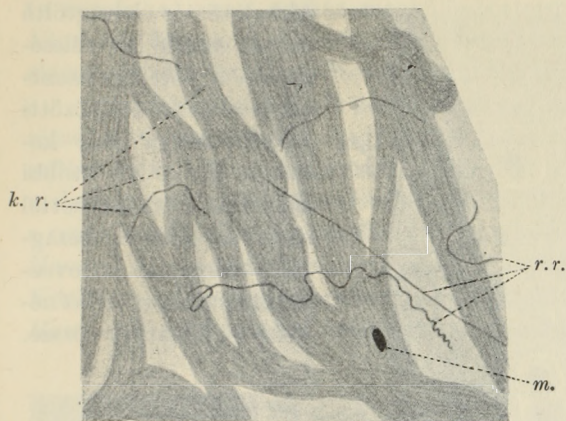
mely különösen a gerinctelen állatok körében nagyon elterjedt, gerinces állatokban pedig embrionális állapotban fordul elő nagy mértékben. Jellemző reá a nyálkás, mucintartalmú, kocsonyás alapállomány, melyben nagyobb közökben csillagalakú kötőszöveti sejtek foglalnak helyet. Második félesége a *recés kötőszövet* (593. ábra). Csúpan csillagalakú és egymással hálózatosan összefüggő sejtekből áll; a sejtközüti állomány hiányzik, helyét limfa tölti ki. A recés kötőszövet különböző mirigyeknek (lép, nyirokmirigyek) vázát formálja; a csillagalakú sejtjei által közrefogott üregeket mirigysejtek töltik ki.

Legelterjedtebb a harmadik fajta kötőszövetféleség: a *rostos kötőszövet* (594. és 595. ábra). Élesen különbözik az előbbi két kötőszövetfajtától, amennyiben a sejtek közüti alapállományban két-



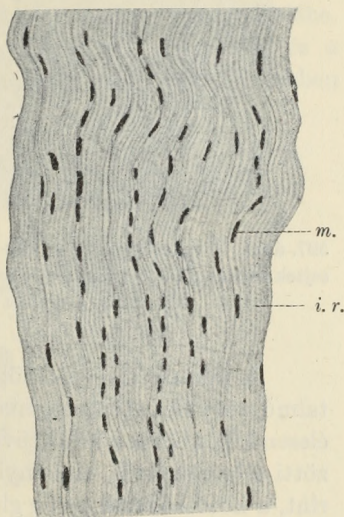
593. ábra. Recés kötőszövet az ember nyirokmirigyéből. 280-szoros nagyítás. Böhm-Davidoff rajza.

féle rostok különültek el, nevezetesen kötőszöveti és rugalmas rostok. A kétféle rost kémiai összetételében különbözik egymástól. A kötőszöveti rostok kollagénból, a rugalmasok pedig elasztinból állanak. Működés tekintetében a rostoké a főszerep, míg az egynemű sejtközi alaphállománynak nagyon alárendelt szerepe van. A rostoknak elrendezése lehet laza (594. ábra) vagy tömött

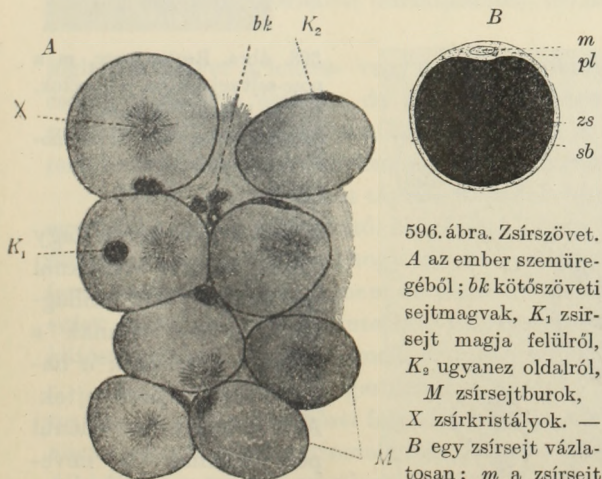


594. ábra. Laza kötőszövet. *k. r.* kötőszöveti rostok, *r. r.* rugalmas rostok, *m.* a rostokat létrehozó sejt magja. 140-szeres nagyítás. Sobotta rajza.

(595. ábra), s eszerint *laza* és *tömött kötőszövetet* különböztetünk meg. A laza kötőszövetben a rostok szabálytalanul futnak, mintegy összevissza vannak hányva, ellenben a tömött kötőszövet rostjaira jellemző a tömött és szabályos elrendezkedés.



595. ábra. Tömött kötőszövet (in-szövet). *i. r.* inrostok, *m.* az inrostokat létrehozó kötőszöveti sejtek magja. 270-szeres nagyítás. Böhm-Davidoff rajza.

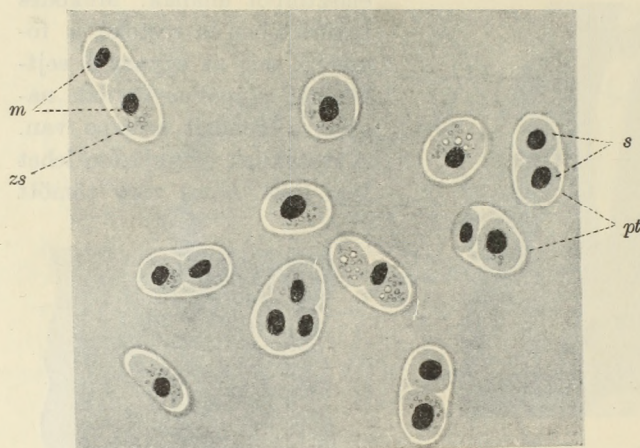


596. ábra. Zsírsejt. *A* az ember szemüregéből; *bk* kötőszöveti sejtmagvak, *K₁* zsírsejt magja felülről, *K₂* ugyanez oldalról, *M* zsírsejtburok, *X* zsírkristályok. — *B* egy zsírsejt vázlatosan; *m* a zsírsejt

magja, *pl* a zsírsejt protoplazmája, *zs* a sejtet kitöltő és ozmiumsavval megfeketített zsír, *sb* zsírsejtburok, 280-szeres nagyítás. Sobotta és Böhm-Davidoff rajza.

A kötőszöveti sejtek rendszeren nagyon kicsinyek és működés dolgában nagyon jelentéktelenek. Olykor azonban egyes helyeken annyira felszaporodnak és élettani jelentőségük is annyira emelkedik, hogy a többi szövetekkel teljesen egyenrangú szövetet alkotnak. Ilyenek *pl.* a zsírsejtek és a pigmentsejtek,

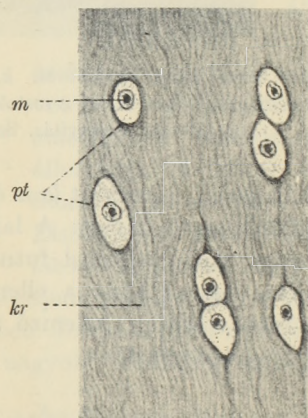
melyek úgy keletkeznek, hogy a rendes kötőszöveti sejtekbe nagy mennyiségben zsír (596. ábra), illetve festékanyagok rakódnak le. A most tárgyalt kötőszö-



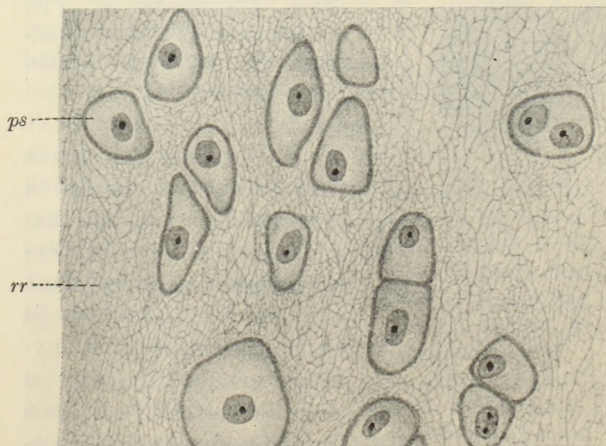
597. ábra. Üvegszerű porc. *s* porc-sejtek, *pt* porctokok, *m* porc-sejtek sejtmagjai, *zs* a porc-sejtekben lerakódott zsírszemcskék. 250-szeres nagyítás. Sobotta rajza.

A *porcszövet* sejtközütti állománya mucintartalmú vegyület (chondromucoid), amely kémiaiilag is élesen különbözik a kötőszövet mucintartalmú sejtközütti állományától, amennyiben a porc főzve chondrint, a kötőszövetek pedig glutint adnak. Az alapállo-

vetekkel ellentétben a támasztó és hézagöltő szövet másik két féleségének, a porc- és csontszöveteknek sejtközütti alapállománya már kemény. Ezt a két utóbbi szövetet, a kötőszövettel szemben, melyet hézagöltő szövetnek is nevezhetünk, *támasztószövet* néven foglalhatjuk össze.



598. ábra. Rostos porc, *m* a porc-sejt sejtmagja, *pt* porctok, *kr* kötőszöveti rostok. 570-szeres nagyítás. Szymonowicz rajza.

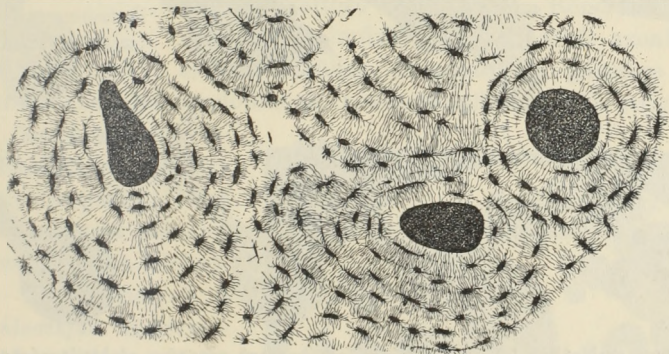


599. ábra. Rugalmas porc. *ps* porc-sejt, *rr* rugalmas rostok. 570-szeres nagyítás. Szymonowicz rajza.

mányba vájt kerek vagy ritkán némely állatoknál (pl. lábasfejűek) csillag alakú üregek vannak s ezekben fekszenek a hasonló alakú porc-sejtek. Az üregeket helytelenül porctokoknak is nevezik. Sokszor ezen a »porctokon« belül a porc-sejtek oszlanak, s az osztó-

dás eredményeként azután egy üregben két vagy több porc-sejtet találunk. Az alapállomány idősebb korban rendesen elmeszesedik s ilyenkor keménysége a csontéval vetekedik. A porc sejtközütti alapállománya szerint *üvegszerű*, *rostos* és *rugalmas porc*ot szokás megkülönböztetni aszerint, amint benne az alapállomány üvegszerűen tiszta, vagy benne nagymennyiségű kötőszöveti, illetve elasztinból álló rugalmas rostok fordulnak elő (597—599. ábra).

A csontszövet a fogak zománcával együtt az állati szervezet legkeményebb része. Arra van hivatva, hogy a test puha részeinek támasza, illetve azoknak szilárd burka legyen. A csontszövetre szintén a sejtközütti alapállomány jellemző, mely szerves (ossein) és szervetlen részekből (mészsók) áll; ez utóbbiaktól ered a csont keménysége. Az alapállományban hosszú, elágazó csatornák, úgynevezett *Havers-féle csatornák* futnak, melyeken a tápláló vérerek jutnak a csont belsejébe. Körülöttük körkörös elrendezésben csillagalakúan elágazó, s egymással és a *Havers-féle csatornákkal* összefüggő üregecskéket találunk (600. ábra). Ezekben



600. ábra. Csontszövet (harántesiszolat). 150-szeres nagyítás. Sobotta rajza.

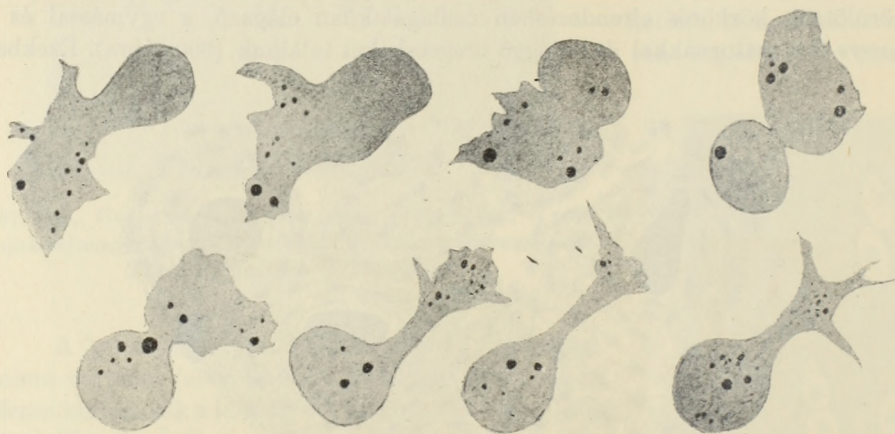
foglalnak helyet a lencse- vagy orsóalakú csontsejtek. Működésük a kifejlődött csontban nagyon csekély, de kóros állapotban nagy és fontos szerepük van, mert ők indítják meg a csontheg képződését. A csont sejtközütti alapállománya, melybe különösen vén korban nagyon sok mészsó rakódik le, lemezes szerkezetű.

Vér és lymph. E két tápláló folyadék bizonyos értelemben a kötőszövetek egyik féleségének tekinthető. Mindkettő olyan kötőszövet, melynek sejtközütti állománya folyadék. Csakhogy ezt a folyadékot nem a sejtek termelik, mint az igazi kötőszöveteknél, hanem az emésztés folyamán keletkező chylusból áll elő, ezért tehát ebben a tekintetben lényegesen különbözik a vér és a lymph a kötőszövetektől. Sejtes elemeik azonban szabaddá vált igazi kötőszöveti sejtek.

A legalsóbbrendű gerinctelen állatok (tömlősök, alsóbbrendű férgek) testében a vért szövetközti folyadék pótolja, melyben sejtes elemek egyáltalában nincsenek. A többi gerinctelen és gerinces állatok vére két részből: vérfolyadékból, úgynevezett vérplazmából és vérsejtekből áll.

A vérplazma tartalmazza oldott állapotban mindazokat a táplálóanyagokat, melyek a szervezet szöveteinek táplálásához szükségesek. A szervezet

összes szöveteit átítatja a vérplazma. A szerveket alkotó sejtek mintegy fürdenek benne és így könnyen felvehetik a nekik megfelelő tápláló anyagokat és átadják nekik az élet folyamán keletkező bomlástermékeket. A vérplazma a fehérjéken és zsírokon kívül szénhidrátokat és különböző sókat is tartalmaz, melyek a vér ozmotikus nyomását nagyban befolyásolják. A vér fiziko-kémiai vizsgálata arra az eredményre vezetett, hogy az alsóbbrendű állatoknál a vér ozmotikus nyomása igen magas, körülbelül a tengervíz ozmotikus nyomásával (= 28 atmoszfériai nyomással) egyezik meg, de nem állandó, hanem azon folyadék ozmotikus nyomása szerint változik, melyben az állat él. A magasabbrendű állatoknál a vér ozmotikus nyomása állandósul. Az emlősök vérének ozmotikus nyomása például állandóan hét légköri nyomásnak felel meg. Ezt azért emlitem,

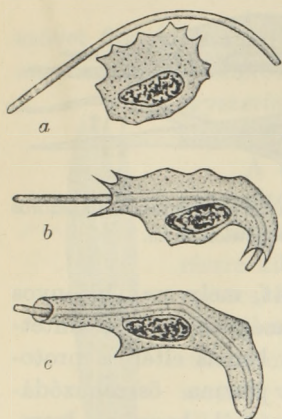


601. ábra. Egy emlősállat fehérvérsejtjének amébaszerű mozgása alakváltozásának nyolc egymásra következő szakán. Rauber rajza.

hogy ennek kapcsán újból rámutassak arra, hogy a soksejtűség s az ezzel kapcsolatos folytonos differenciálódás milyen nagy előnyöket nyújt a szervezetnek.

Az alsóbbrendű állatok összes sejtjeinek alkalmazkodni kell a környezetnek nem csekély változásaihoz. Annak a belső környezetnek ozmotikus nyomása, melyet a vér teremt a szervezet sejtjei részére, az alsóbbrendű állatoknál függ a külső környezettől s azzal folyton változik; a változásokhoz pedig az összes sejteknek alkalmazkodniuk kell, mert a vér az összes sejteket körülmossa. Könnyen belátható, hogy ez az alkalmazkodás sok, más irányban hasznosítható energiát von el a szervezettől. A magasabbrendű szervezeteknél ellenben a vér hovatovább teljesen függetleníti magát a környezet változásaitól; ozmotikus nyomása és hőmérséklete állandóvá válik; a sejtek mindig állandó belső környezetben élnek, mely a külső környezet változásaitól független, szóval a sejteknek nem kell már többé ilyen irányban alkalmazkodniuk, mert a vese sejtjei mindig gondoskodnak arról, hogy a vér ozmotikus nyomása állandó legyen.

A vérplazmában foglalnak helyet a *vérsejtek*. Ezek kétfélék: színtelenek és színesek. A gerinces állatok vérében a vérsejteknek mindkét fajtáját meg-



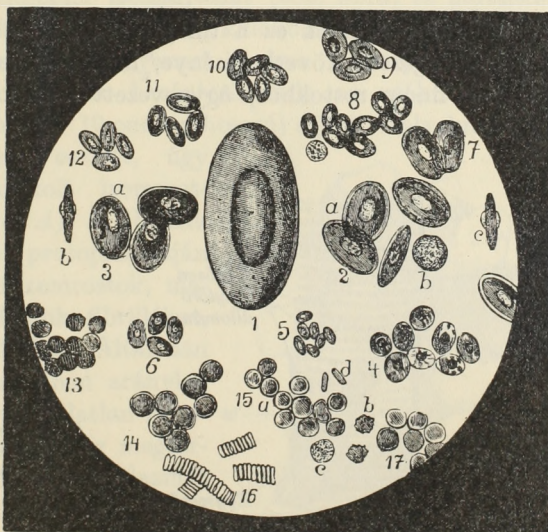
602. ábra. Béka fehér vörsejtje, amint egy baktériumot támad meg (a) és azt testébe zárva (b) emészteni kezdi (c). Mecsnikov rajza.

találjuk, ellenben a gerinctelenekében rendszeren csupán színtelenek fordulnak elő. A színtelen vörsejtek a vérben és a szervezetben teljesen önállóan, améba módjára élnek, vagyis állábaik segítségével helyüket szabadon változtatják a vérben (601. ábra), idegen testeket, baktériumokat, vagy elpusztuló testrészeket améba módjára felfalnak (602. ábra), azonkívül kettéoszlással szaporodnak. A szervezetre nézve még azért is nagyon fontosak, mert ezek termelik azokat a mostanáig még ismeretlen összetételű anyagokat, melyekkel a vér a betolakodott idegen szervezeteket (baktériumokat) megöli és a bejutó mérgek hatását közömbösítheti.

A színes vagy vörös vörsejtek csak a gerinces állatok vérében fordulnak elő. Alakjuk és nagyságuk nagyon változó (603. ábra). Rendszeren elliptikusak és magtartalmúak, az emlősökéi azonban kerekék és magnélküliek. Feladatuk a gázcsere közvetítése.

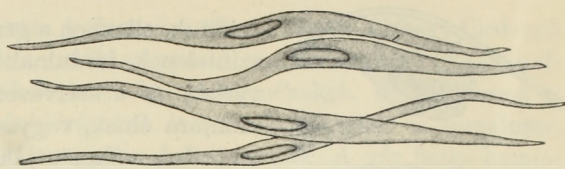
A lélekzőszervekben haemoglobinnak nevezett alkotórészük oxigént vesz fel, melyet az összes szöveti elemekhez elszállítanak, s azt átadják, helyette pedig az élet folyamán keletkezett széndioxidot felveszik s azt a lélekzőszervekhez viszik, melyek a testből kiválasztják. A gerinctelen állatok vérében csekély kivétellel nincsen haemoglobin. Helyette azonban a vérplazmában és olykor a színtelen vörsejtekben más, hasonló működésű fehérjenemű anyagok fordulnak elő. Ilyen pl. a tuskésbőrűek echinokrómjá, a férgek klorokruorinjá és haemoerythrinje, továbbá a puhatestűek és ízeltlábúak haemocyaninjá.

3. *Izomszövet.* Minden sejt protoplazmájának ősi tulajdonsága az összehúzódás. Külső ingerek hatására minden sejt összehúzódik, csak hogy ez az összehúzódás sehol sem olyan gyors és határozott

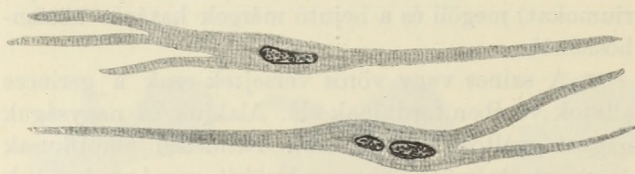


603. ábra. Különféle állatok színes és színtelen (fehér) vörsejtjei. 1 barlangi göte (*Proteus anguineus*). 2 kecskebéka (*Rana esculenta*); a színes vörsejt felülről, b fehér vörsejt, c színes vörsejt oldalról. 3 tarajos göte (*Triton cristatus*). 4 sikló. 5 teve. 6 teknősbéka. 7 szalamandra. 8 ponty. 9 csik (*Cobitis*). 10 kakuk. 11 tyúk. 12 kanárimadár. 13 oroszlán. 14 elefánt. 15 ember; a és b színes vörsejt felülről, c fehér vörsejt. 16 ló-vörsejt, pénzalku tekercset formálva. 17 viziló (*Hippopotamus*) színes vörsejtjei felülről. Thanhoffer rajza.

irányú, mint azoknál a sejtek-nél, melyek külön e célra alakultak s melyeknek összessége az izomszövetet alkotja. Az izomszövetben a protoplazma összehúzódó tehetsége a lehető legnagyobb fokot érte el. Sejtjeinek protoplazmája egészben vagy részben sajátos összehúzódó anyaggá változott, mely csak bizonyos ingerek hatására húzódik össze. Működésük azonkívül még abban a tekintet-



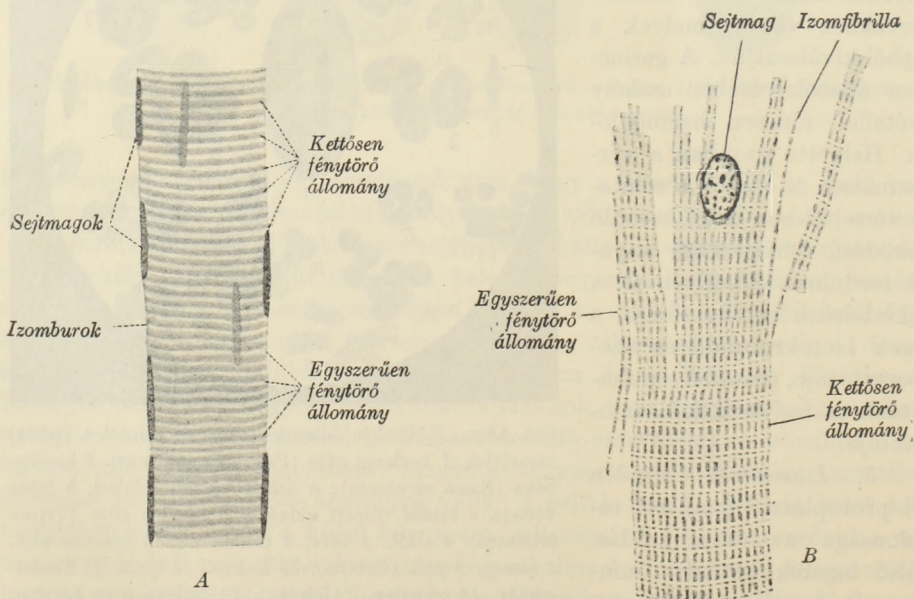
604. ábra. Sima izomsejtek a béka gyomrából. 400-szoros nagyítás. Szymonowicz rajza.



605. ábra. Harántcsíkolt izomsejtek a béka szívéből. 700-szoros nagyítás. Szymonowicz rajza.

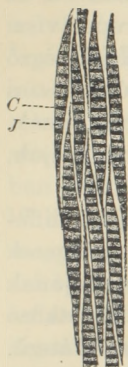
ben is eltér a protoplazma összehúzódásától, hogy az izomszövet sejtjei csak *egy irányban* tudnak összehúzódni, ellenben a differenciálatlansejtek protoplazmája minden irányban egyformán tud összehúzódni. Az

izomszövet sejtjeinek ez a tulajdonsága annak a szerkezetbeli elkülönülődésnek szükségszerű következménye, hogy az összehúzódó tehetség a sejtek fejlesztette finom rostokhoz, úgynevezett izomfibrillákhoz van kötve. Az izom-



606. ábra. Harántcsíkolt izomrostok. A izomrost egészben, 450-szeres nagyításnál. Sobotta rajza. B izomrost izomfibrillákra szétfoszlatva, 650-szoros nagyításnál. Szymonowicz rajza.

szövet finomabb alkotását tekintve, kétféle elemből áll, aszerint, amint ezek a most említett izomfibrillák csupán kettősen fénytörő, vagy pedig váltakozva egyszerűen és kettősen fénytörő részekből vannak összetéve. Ez alapon megkülönböztetünk *sima* és *harántcsíkolt izmokat*.



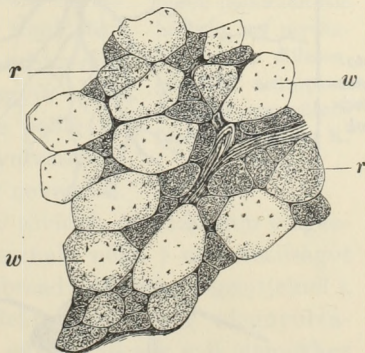
607. ábra.

Harántcsíkolt izomrostok egy medúza (*Carmarina hastata*) testéből; *C* egyszerűen és *J* kettősen fénytörő állomány. Schneider K. C. rajza.

A *sima* izomzat rendszeren hosszúra nyúlt, buroknélküli, csupasz sejtekből áll (604. ábra). Élő állapotban protoplazmájuk erősen fénytörő kéregrészre és a sejtmag körül szemecskés tengelyrészre különül. Az előbbiben erős nagyítással kettősen fénytörő rostocskák vehetők észre. Az összehúzódásban csupán ezek vesznek részt, s ilyenkor az egész sejt megrövidül. A *sima* izomsejtek ritkán fordulnak elő egyenkint, többnyire kötegalakú csoportokba, recékbe vagy lemezekbe egyesítve találjuk őket. A magasabbrendű állatokban azokban a szervekben képviselik az összehúzódó szövetet, melyek az állat akaratától függetlenül működnek (pl. bél, vérerek stb.).

A *sima* izomsejtek fibrilláinál sokkal erőteljesebbek és fejlettebbek a harántcsíkolt izomzatban levők, melyek váltakozva egyszerűen és kettősen fénytörő tagokból vannak összetéve; ezeknek összessége okozza a harántcsíkolt izmok harántcsíkoltóságát. Alaktanilag harántcsíkolt izomsejteket (605. ábra) és harántcsíkolt izomrostokat (606. és 607. ábra) különböztetünk meg. Az előbbiek alapján véve megegyeznek a *sima* izomsejtekkel, csak hogy összehúzódó fibrilláik harántcsíkoltak, az utóbbiak pedig hosszúra nyúlt (sokszor 10 cm-nyi hosszú) sejtek, melyeknek sejtmagja többszörösen oszlott, úgy

hogy egy harántcsíkolt izomrostban több sejtmag van (606. ábra, *A*). A fibrillák elrendezkedése az izomrostok protoplazmáján belül különböző. Vannak olyan izomrostok, melyeknek csak felületi részén találunk fibrillákat, belső részük pedig differenciálatlan. Általában az alsóbbrendű állatok izomrostjaiban aránylag kevés izomfibrillát és sok differenciálatlan izomplazmát, a magasabbrendűeknél pedig megfordítva sok izomfibrillát és kevés izomplazmát találunk. A nagyon sok izomfibrillát tartalmazó izomrostok könnyen ingerlékenyek, gyorsan húzódnak össze, de hamar fáradnak, ellenben a kevés fibrillával és sok izomplazmával bírók lassabban húzódnak ugyan össze, de összehúzódásuk tartós és lassan fáradnak ki, ezért ez utóbbi szerkezetű izmokat főleg ott találjuk, ahol tartós, állandóbb izommunkára van szükség. A legtöbb izomban a sok izomfibrillájú izomrostok kevés izomfibrillájukkal keverten fordulnak elő (608. ábra).

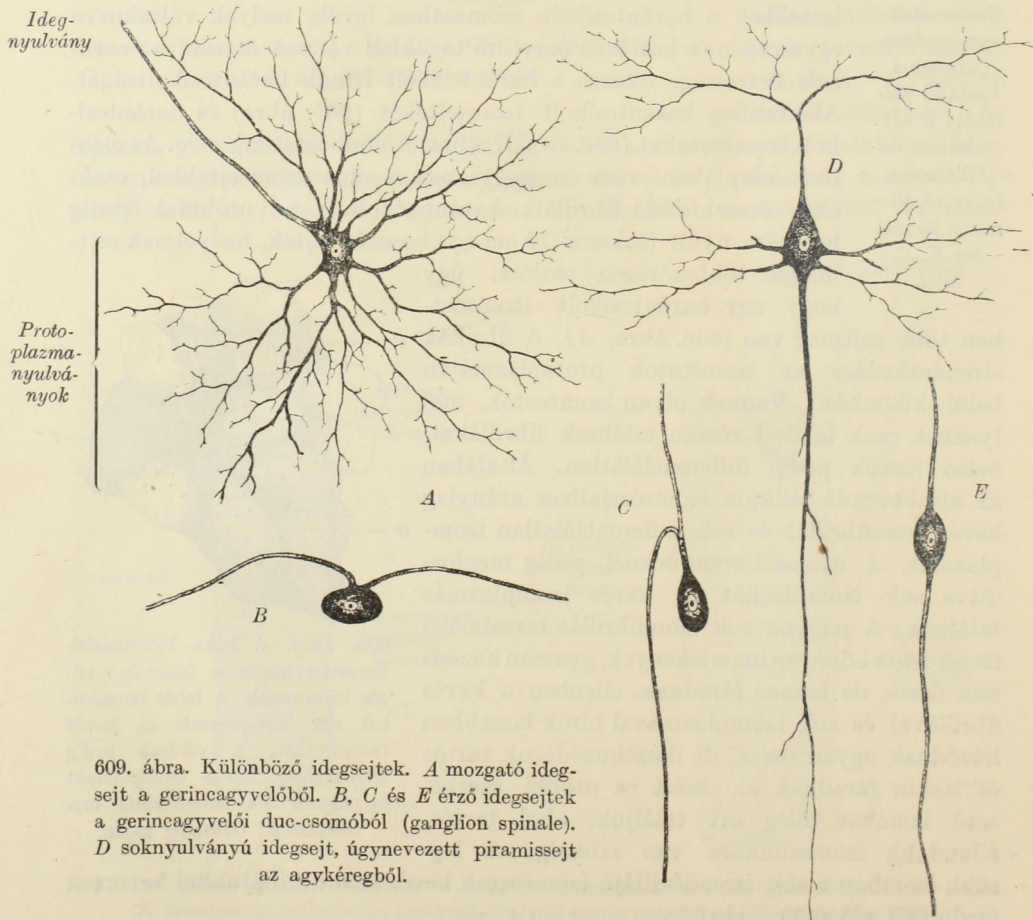


608. ábra. A béka lábizmának keresztmetszete. *w* fehér és *r* vörös izomrostok. A fehér izomrostok sok izomplazmát és kevés izomfibrillát, a vörösek pedig ellenkezőleg kevés izomplazmát és nagyon sok izomfibrillát tartalmaznak. Grützner rajza.

Említettük, hogy a harántcsíkolt izomrostok fibrillái váltakozva, egyszerűen és kettősen fénytörő tagokból vannak összetéve. Az összehúzódás alkalmával csak a kettősen fénytörő résznek van aktív szerepe, ellenben az egyszerűen fénytörő rész rugalmasságánál fogva csupán passzív szerepet visz.

A harántcsíkolt izmokat általában az akarattól függő működést végző szervek izmainak szokás tartani, de helytelenül, mert pl. az ízeltlábúak összes izmai harántcsíkoltak, a puhatestűekéi pedig, a záróizom kivételével, simák. A gerinces állatok szívének izomzatát is harántcsíkolt izomsejtek alkotják, jóllehet a szív az akarattól merőben függetlenül lüktet.

4. *Idegszövet.* Az alsóbbrendű gerinctelen állatoknál, ahol a sejtek differenciálódása még nem oly kifejezett, minden sejt egyformán alkalmas az ingerek vezetésére, csak hogy ez a vezetés, éppúgy mint a sejtek protoplazmájának összehúzódása, nagyon lassú. Igen kifejező erre nézve *Loeb*nek következő kísérlete, melyet a *Ciona intestinalis* nevű aszcedián végzett. Ez az átlátszó, víztiszta testű állat arról nevezetes, hogy idegrendszere egyetlen idegcsomóból



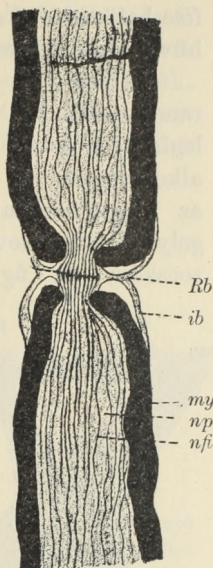
609. ábra. Különböző idegsejtek. A mozgató idegsejt a gerincagyvelőből. B, C és E érző idegsejtek a gerincagyvelői duc-csomóból (ganglion spinale). D soknyulványú idegsejt, úgynevezett piramissejt az agykéregből.

áll, s hogy igen jellemző reflex nyilvánul rajta. Ha száját vagy ürítő nyílását megérintjük, a nyílások bezáródnak, az állat maga pedig összehúzódik. *Loeb* a központi idegcsomót kivágta, s ezáltal az ingerfelfogó sejtek és az összehúzódó izmok közvetlen, idegszöveti összefüggését megszakította; a műtét után az állatok összehúzódtak és mintegy 24 óráig így maradtak, később azonban normális állat módjára kinyújtóztak, s *Loeb* csodálkozására az előbb említett jellemző reflexeket tanúsították, mely azonban csak *nagyobbfokú* ingerekre és lassabban állt be. Észlelőnk az inger nagyságának mérésére a vízcsepp esésének magasságát használta fel. A hibátlan állatoknál 8—10 mm-ről eső vízcsepp már kiváltotta a reflexet, míg az operálnál a reflex csak a 65—80 mm-nyi magasságból aláhulló vízcsepp ingerére jelentkezett. Az idegszövet szerepe tehát ebben az esetben csupán abban rejlik, hogy gyorsan vezeti az ingereket és ezáltal lehetővé teszi a kerületen fekvő szervek szabatosabb működését. Az idegszövet feladata tehát, hogy az érzékszervek által felfogott ingereket gyorsan a középponti szervekbe vezesse, itt az állat tudomására adja, és a középponti szervekben keletkezett ingereket az izmokkal, mirigyekkel és más reagáló szervekkel közölje.

Elemei a különböző (golyó, lencse, orsó, körte és csilag) alakú idegsejtek. Alakjuk egyébként első sorban a nyulványok számától függ; eszerint lehetnek az idegsejtek egy-, két- vagy soknyulványúak (609. ábra). A nyulványok az alsóbbrendű gerinctelen állatok idegsejtjeinél (pl. tömlősök) egyformák és egyenlőértékűek, ellenben a magasabbrendű állatoknál működésileg kétfélek: a nyulványok egyik része az ingereket az idegsejtekhez vezeti, másik része pedig az idegsejtekből elvezeti; az előbbieket receptor-nyulványoknak, az utóbbiakat pedig effektor-nyulványoknak nevezzük.

A receptor-nyulványokra jellemző, hogy rendesen rövidek és gazdagon elágaznak, ellenben az effektor-nyulványok nagyon hosszúak, néha 1 m hosszúságot is elérnek és csak kevésbé ágaznak el. A magasabbrendű állatok idegsejtjeinél a receptorokat protoplazma-nyulványoknak, az effektorokat pedig idegnyulványoknak nevezik (609. ábra, A). Az idegsejteket effektoraiknak más elemekhez való viszonyuk szerint szokás osztályozni. Az idegsejteket aszerint, amint effektoraik az izmokban, a mirigyekben végződnek, vagy pedig más idegsejtekkel, vagy azoknak receptor-nyulványaival lépnek összefüggésbe, mozgató (motorikus), elválasztó (szekretorikus) vagy érző (szenzibilis) idegsejtet különböztünk meg.

Az idegsejtek nyulványai közül egy vagy kettő összeköttetésbe lép az idegrostokkal, melyeknek legfontosabb részét, a tengelyfonalat alkotja. Ezt a tengelyfonalat kívülről egy hártya veszi körül, melyet felfedezőjének tiszteletére Schwann-féle buroknak neveznek. A gerinces állatok legtöbb idegrostjánál a

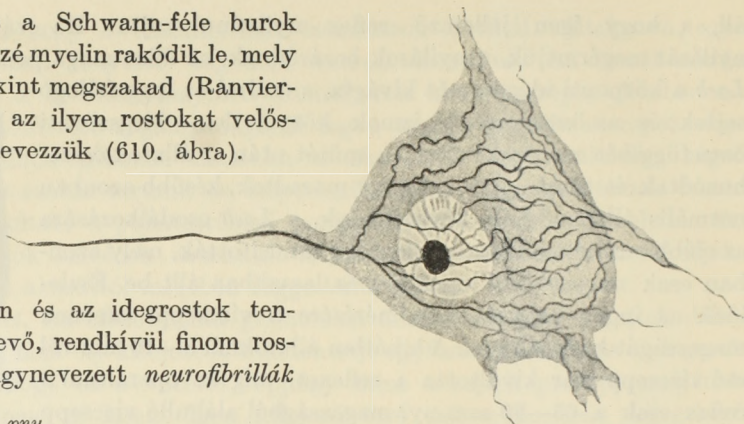


610. ábra. Az idegrost szerkezete.

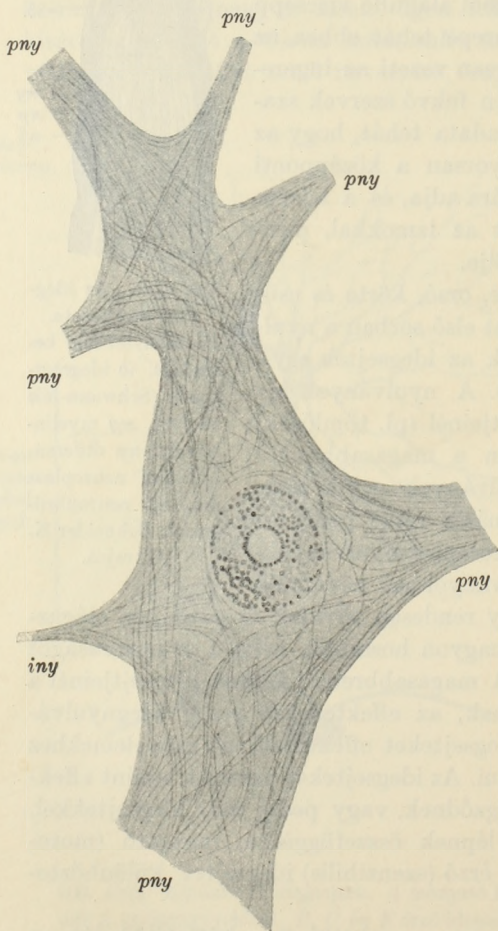
Rb Ranvier-féle befűződés, *ib* idegrostburok (Schwann-féle hártya), *my* myelinhüvely, *np* differenciálatlan neuroplazma, *nfi* neurofibrillumok. Schneider K. C. rajza.

tengelyfonál és a Schwann-féle burok (neurilemma) közé myelin rakódik le, mely azonban helyenkint megszakad (Ranvier-féle befűződés); az ilyen rostokat velőshüvelyűeknek nevezzük (610. ábra).

Az idegrendszernek legfontosabb alkotórészét az idegsejtekben és az idegrostok tengelyfonalában levő, rendkívül finom rostocskák, az úgynevezett *neurofibrillák*



611. ábra. Dúc-sejt neurofibrillum-hálózattal a földi giliszta hasduclancából. Apáthy rajza.



612. ábra. Idegsejt az ember gerincagyvelejéből neurofibrillumokkal és belsejében sejtmaggal. 1400-szoros nagyítás. *pny* protoplazma-nyulványok, *iny* idegnyulvány. Bethe rajza.

alkotják (610—613. ábra). Ezek vezetik az ingereket az érzéksejtektől a közép-pontba, s innen a reagáló szervekhez: az izmokhoz, mirigyekhez stb. Származásukra nézve a bűvárok kétféleképpen vélekednek. Az egyik vélemény szerint az idegrost tengelyfonala az idegsejtnak egyszerű nyulványa, s mindkettőnek neurofibrillumait az idegsejt termeli. A másik vélemény szerint az idegrost az idegsejtnak nem egyszerű nyulványa, s a neurofibrillumokat nem ez az idegsejt fejleszti, hanem azok a sejtek, melyeknek egyesüléséből az idegrostok keletkeztek. E felfogásnak híve Apáthy István, kolozsvári egyetemi tanár, az idegrendszer nagynevű kutatója is, aki azokat a sejteket, melyekből az idegrostok keletkeztek, idegsejteknek nevezi azért, mert ezek termelik az idegszövet legfontosabb részeit, az ingereket vezető neurofibrillumokat; a mostanáig egyszerűen idegsejtnak nevezett központi sejtet pedig dúcsejtnak nevezi. Apáthy nézete szerint az idegsejtek termelte neurofibrillumok csak másodlagosan lépnek a dúcsejtekkel kapcsolatba. Szerinte a dúcsejteknek az a feladatuk, hogy az

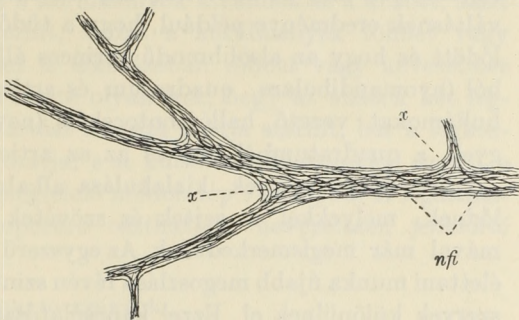
ingereket vezető neurofibrillumokat táplálják és hogy, mint galvánikus elemek, az idegpályákban szakadatlanul jelenlevő áramokat hozzák létre. Szóval *Apáthy* szerint a dúcsejt hozza létre azt, amit vezetni kell, az idegsejt pedig a vezetőpályákat létesíti. Itt említjük meg még azt is, hogy *Apáthy* és *Bethe* vizsgálatai szerint az idegszövetben levő neurofibrillumok kezdete és végződése sehol sem mutatható ki. A neurofibrillumok e tekintetben az érrendszerhez hasonlítanak. Valamint a kifejlődött szervezetben az osztóterek és gyűjtőterek sehol sem végződnek, hanem csak egymásba átmennek, éppen úgy a különböző irányban vezető neurofibrillumok is megszakítás nélkül mennek át egymásba, még pedig nemcsak a középpontban, hanem a környéki részekben is.

A szervek.

Fejtegetéseink során már többször rámutattunk a természetnek arra a módjára, miként igyekszik az egyneműből különmeműt, a különmeműből pedig ismét egységesebb egyneműt alkotni, s ezzel kapcsolatosan milyen szívós kitartással és vas következetességgel törekszik az egyszerűből összetettet és az összefüggéstelen különmemű halmazból újabb tömörítés révén összefüggő egyneműt, szóval mindég magasabb és egymástól jobban függő egységeket létesíteni. Ennek jó példája a szervek kialakulásának folyamata.

A petesejt osztódása révén — tudvalevőleg — számos egynemű sejt keletkezik, melyek a munkamegosztás elve alapján elkülönülnek, s különböző szöveteket alkotnak; ezek azonban ismét tömörülnek, s magasabb egységeket, úgynevezett szerveket formálnak. A szervek kialakulásának főalapja az, hogy a soksejtű állatokban a szövetek elkülönülődésével párvonalasan a szervezetnek azon részei, melyek egy élettani cél érdekében dolgoznak, elkülönülnek a többiektől, — tömörülnek, egységesülnek, s végeredményében különálló szervet létesítenek. *Szervnek* tehát az állati testnek azt a részét nevezzük, mely kizárólag csupán csak egy bizonyos határozott élettani működéshez alkalmazkodott, s ezen egységes működésnek megfelelőleg, anatómiailag is elkülönült a többi részekről.

A szervek eszerint bizonyos élettani feladat végzésére tömörült szövetekből állanak, melyek közül minden szervben egy szövet főszerepet visz. Például az izomban az izomszövet, a nyálmirigyben a mirigyszövet, a csontban a csontszövet. Ezt a főszövetet működésében más szövetek segítik. Így pl. az izomban az izomszöveten kívül még kötőszövetet is találunk, mely az egyes izomrostokat összetartja, a nyálmirigyben pedig a nyálat elválasztó mirigyszöveten kívül még közömbös fedő hámszövetet, kötőszövetet és izomszövetet találunk, mely



613. ábra. Egy szinofora (*Velella spirans*) elágazó idegrostja. *nfi* neurofibrillumok, *x* neurofibrillumok, melyek egyik idegrostból a másikba mennek át anélkül, hogy az idegsejten keresztülhaladnának. Schneider K. C. rajza.

mellékes szövetek a mirigyszövetet összetartják, váladékát kivezetik, szóval a nyálmirigyet működésében segítik. Az állatvilágban sokszor találkozunk azután azzal a jelenséggel, hogy valamely szervben az életfeltételek megváltozása közben a főszövet működése háttérbe szorul, s szerepét valamely más, eredetileg segítő mellékes szövet veszi át. Például némely izomban az izomszövet működés híjában elcsenevészik, de helyette a kötőszövet rostjainak működése lép homloktérbe, s az izomból lassanként kötőszöveti inas szalag (ligamentum) fejlődik. A szerveknek ezt az átalakulását, melynek számos érdekes példáját figyelhetjük meg az állatvilágban, *működésváltásnak* nevezzük. Ilyen működésváltásnak eredménye például, hogy a tüdőshalaknál az úszóhólyagból tüdő fejlődött és hogy az alsóbbrendű gerinces állatok állkapcsának függesztőcsontjából (hyomandibulare, quadratum és articulare) a magasabbrendűekben hanghullámokat vezető hallócsontocskák (nevezetesen a hyomandibulareból kengyel, a quadratumból üllő és az az articulareból kalapács) keletkeztek.

Az állati szervek kialakulása alkalmával ugyanazon folyamatok ismétlődnek, melyekkel a sejtek és szövetek elkülönülődésének tárgyalása alkalmával már megismertedtünk. Az egyszerű és egynemű szervek tömörüléséből az élettani munka újabb megoszlása révén szintén egyre összetettebb és változatosabb szervek különülnek el. Ezzel kapcsolatosan az egy célra szolgáló szervek nagy száma, mely az alsóbbrendű állatoknak jellemző tulajdonsága, mindinkább csökken, s a szervek a fejlődés minden magasabb fokán a számbeli megfogyatkozás és az életműködéseknek a részletekig menő specializálódása folytán egymással szervesebb összefüggésbe kerülnek. A szervek a nagyfokú munkamegosztás alapján a magasabbrendű állatoknál annyira eltagozódtak, hogy a szervezet minden szervének egyre különlegesebb és más szerv működése által úgyszólván pótolhatatlan működés jut osztályrészül, ezért a szervek központosítása mindinkább határozottabbá válik. Ennek egyenes következménye az is, hogy az alsóbbrendű szervezeteknél a szervek összes jellemvonásaikban szabadabban variálhatnak, azonban ez a szabadság a szervek további fejlődése során a magasabbrendű állatoknál fokozatosan csökken, minek folytán a szervek és működéseik egymásután rögzítődnek; ennek megfelelően az alsóbbrendű állatokban úgyszólván mérhetetlen variáló tehetség forrong, mely azonban annál szűkebb korlátok közé szorul, mennél jobban differenciálódnak szerveik. A szervek alakulásának további menete mindinkább határozott csapásba terelődik; a variálás ereje is megcsappan, s hovatovább kevesbbedik az alkalmazkodni tudó plasztikus szervek száma, úgy hogy az ilyen fajok éppen szerveiknek nagyfokú differenciálódása folytán, a létföltételeknek aránylag kicsiny változásaival szemben is, tehetetlenül állanak, s ebből kifolyólag csakhamar elpusztulnak. De helyüket az alacsonyabbrendű, kevésbé differenciálódott szervű állatsoportok sorából való új fajok foglalják el, melyeknek szervei még mélyreható változásokra alkalmasak, tehát a megváltozott viszonyokhoz jobban tudnak alkalmazkodni. Mennél több alkalmazkodni tudó plasztikus szerve van tehát valamely fajnak, annál hosszabb jövő vár rá; viszont az olyan fajnak, melynek összes szervei már teljesen és tökéletesen alkalmazkodtak az adott körülményekhez, meg vannak számlálva napjai, mert a külső körülményeknek első mélyrehatóbb

változásánál megkondul fölöttük a pusztulás harangja. Ebből tehát az következik, hogy az egyes állatcsoportok kihalását — bármilyen hihetetlennek lássák is — velejében a szervek nagyfokú elkülönülődésével együttjáró tökéletesedés okozza.

De e helyen mindjárt sietünk megjegyezni, hogy minden faj, legyen az látszólag bármilyen silányul felszerelve, s legyen bármennyire egyszerű, már pusztán létével is arról győző meg bennünket, hogy az életkörülményekhez képest tökéletesen van alkotva, mert tökéletesség alatt a biológiában nem érthetünk mást, mint egyensúlyt a között, amit a körülmények kívánnak és a között, amit a szervezet alkotásával nyújt. Aszerint, amint a körülmények többet vagy kevesebbet kívánnak, fog a szervezet is alkotásában többet vagy kevesebbet nyújtani. Mindenesetre azonban szervezete olyan lesz, hogy az állatok két legfontosabb célját: az ön- és fajfenntartást a maga módja szerint, bár a legkezedtelegesebb berendezéssel megvalósíthatja, s a külső körülményekkel éppen e két cél megvalósíthatása érdekében megfelelő módon lép viszonyba. E legáltalánosabb alapon a szerveket is két csoportba oszthatjuk, nevezetesen *fenntartó* és *viszonosság*i szervekre.

I. Fenntartó szervek.

Az összes egyszerű és összetett állatok feladatát és törekvését röviden két pontban foglalhatjuk össze: először elérni a fajra nézve a lehető tökéletesedés netovábbját és másodszor szaporítósejteket érlelni, s azokat oly állapotba juttatni, hogy azok a faj érdekében új egyénekké fejlődhessenek. Ha ezt az állatok hosszabb-rövidebb út, több-kevesebb viszontagság és küzdelem után megtehették, betöltötték hivatásukat; céljuk többé nincs, és pusztulniok kell. Nemcsak a szorosabb értelemben vett fenntartó szervek, hanem az izmok, az idegsejtek, szóval a mozgás és a szellemi tehetség is csupán a táplálkozás céljainak szolgál. Minden testi tökéletesedés közvetve vagy közvetlenül csak ennek a célnak az eszköze. Nagyon igaz *Menenius Agrippa* meséje, hogy minden testrészt a gyomornak adózik, de a gyomor viszont a jövő nemzedékről gondoskodik, mert az önfenntartás annak a biztosítása, hogy a szülők szaporító sejtjeiket a faj fenntartására alkalmas állapotba juttathatják. A jelen így a jövőnek munkálkodik, s az elért vagy legalább megközelített tökéletesedés a hosszú életnek, már t. i. a faj hosszú fennmaradásának, záloga. Éppen azért a fenntartószervek, melyek alatt az ön- és fajfenntartó szerveket, vagyis az anyag- és nemzedékforgalom szerveit, szokás összefoglalni, az összes állatoknál a legállandóbb és legfontosabb szervek.

Az anyagforgalom bonyolódott folyamatai az életműködéseknek nagyon különböző szakaszait foglalják magukba, ezért szerveik is több csoportra oszthatók. A csoportok világosan előtűnnek, mihelyest futó szemlét tartunk az állatok anyagforgalmán.

A) Önfenntartó szervek.

Az összes állatok életük folyamán energiát használnak el, melyet testük protoplazmájának elbontása, elégetése által nyernek. Az így keletkező hiányok pótlására, továbbá újabb elhasználható anyagok képzése céljából kívülről

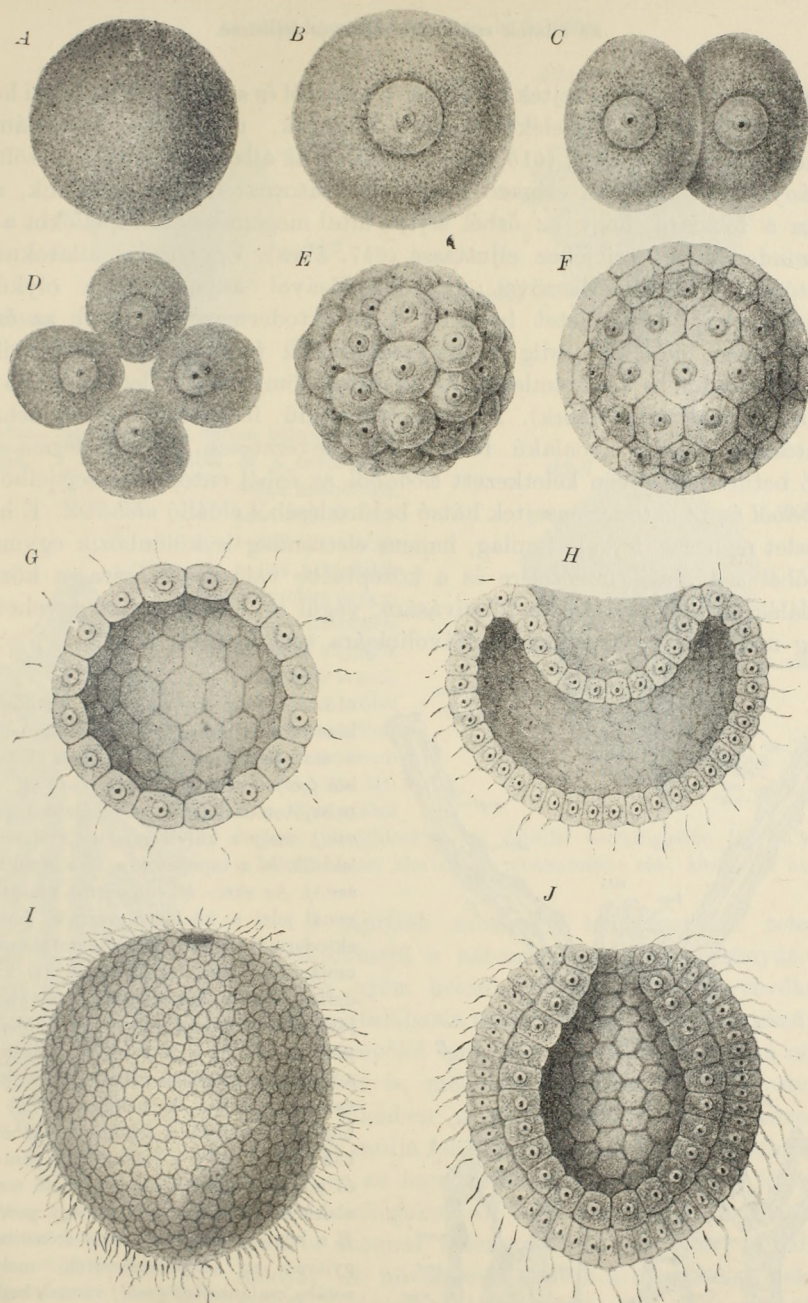
idegen anyagokat *vesznek fel*. Ámde ezek az anyagok más összetételűek mint az elhasználtak ; az állatoknak belőlük tehát olyan anyagokat kell előbb készíteni, melyek minden tekintetben megegyeznek az elbontottakkal. E célból a táplálékot *megemésztik*, vagyis részben oldhatóvá, s így a felszívódásra alkalmassá teszik. A felszívott táplálékot, mely ilyen alakban kémiai alkotására nézve már nem idegen a szervezetre, külön szervek (*vérkeringési szervek*) a testnek minden egyes részébe elszállítják, úgy hogy minden sejt felveheti a neki megfelelő táplálékot, s belőle oly anyagokat készíthet, melyeket protoplazmájának gyarapítására és az elhasznált anyagok pótlására felhasználhat. Az ilyen módon *áthasonított* (asszimilált) anyagok azonban újból elbomlanak, mert a sejtek életjelenségeihez szükséges energiát ezek szolgáltatják olyanformán, hogy elégnék, vagyis azzal az oxigénnel egyesülnek, melyet a *lélekzőszervekben* a szövetnedvek vettek fel s szállítottak az egyes sejtekhez. Persze az életjelenségek alapjául szolgáló bomlásfolyamatok veszedelmes *bomlástermékeket* is termelnek, azért az állatoknak ezeket testükből okvetlenül *ki kell választaniok*.

Az anyagforgalom szervei a most jelzett folyamatoknak megfelelőleg négy csoportra oszthatók, nevezetesen : 1. *emésztő és áthasonító*, 2. *keringési*, 3. *lélekző* és 4. *kiválasztó szervekre*.

1. Emésztő és áthasonító szervek.

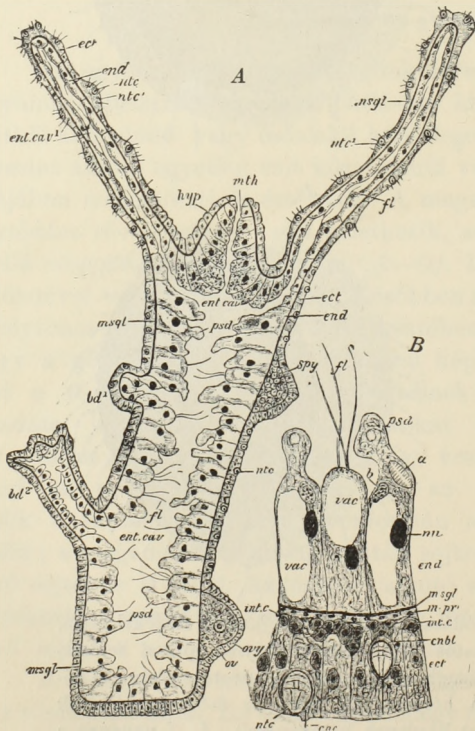
Az egysejtű véglényektől eltekintve, az összes többi állatoknál az élet folyamán elhasznált anyagok pótlására hivatott táplálék megemésztésére több sejtből álló tömlő- vagy csőalakú különleges szervek szolgálnak. A véglényeknél a testet alkotó egyetlen sejt közvetlenül veszi fel a táplálékot, s azt protoplazmájában megemésztí és értékesíti. A magasabbrendű szervezeteknél a petesejt osztódása révén számos sejt keletkezik, amelyek először gömbalakban egymás mellé csoportosulnak (614. ábra, *A—G*). Ilyenkor a sejtek mindegyike szabad felületével veszi fel a táplálékot. Későbbben a gömbfelületen lévő sejtek egy helyen a folytonos további osztódás következtében betüremlenek (614. ábra, *H*), úgy, hogy a gömb belsejében tömlőalakú képződmény keletkezik (614. ábra, *J*). Ezt a tömlőalakú képződményt *ősbélnek* (archenteron) nevezik. Ennek az a feladata, hogy különböző táplálékokat vegyen föl és azokat megeméssze. Az *ősbélet* kibélelő sejtek teljesen úgy veszik fel és emésztik meg a táplálékot, mint az egysejtű szervezetek, pl. az amébák, vagyis állábaikkal körülölelik a táplálékot, amely ilyenformán a sejt belsejébe jut és ott megemésztődik ; a megemésztett anyag azután sejtről sejtre vándorol s a gömb felületén lévő sejtekbe is eljut. Az *ősbélet* alkotó sejteket a tudományban entoderma-sejteknek, a gömb vagy esetleg később más alakot öltő csirának külső felületén levő sejteket pedig ektoderma-sejteknek nevezzük.

A most ismertetett módon megy végbe az emésztés az alsóbbrendű férgeknek és a tömlőállatoknál. Itt tehát egyetlenegy nyílás, t. i. az *ősbél* betüremlése helyén keletkező *összajnyílás*, szolgál a táplálék felvételére s később a hasznavehetetlen és meg nem emésztett anyagok eltávolítására is (615. ábra). A magasabbrendű tömlőállatoknál és alsóbbrendű férgeknek az *ősbélről* és a külső felületet

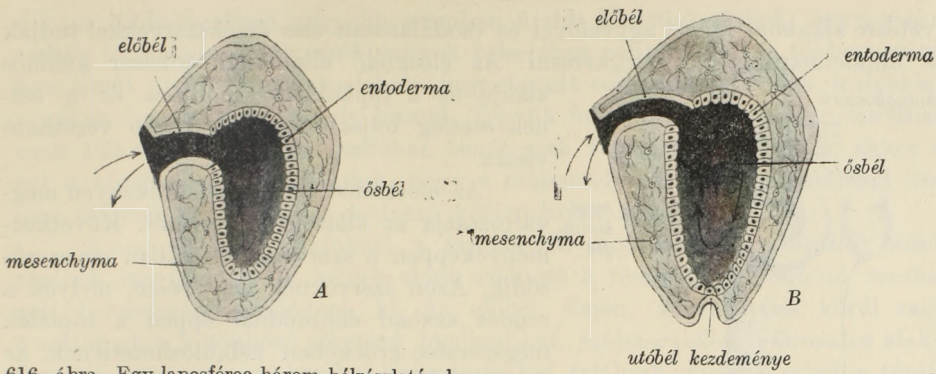


614. ábra. Egy állat petéjének barázdálódása és ősbélének fejlődése. Haeckel rajza. *A* és *B* a megtermékenyített pete vázlatos képe felülről (*A*) és optikai keresztmetszetben; *C*–*F* a pete a barázdálódásnak négy, egymást követő szakán; *G* hólyagalakú csira keresztmetszetben; *H* a hólyagalakú csira az ősbél fejlődésének kezdetén (a hólyagalakú csira sejtjei fent kezdenek betüremelni); *I*–*J* ugyanaz a fejlődésnek ú. n. gasztrula-szakán, amikor az ősbél teljesen kifejlődött, *I* felülről tekintve, tetején az ősbélbe vezető nyílással, az ú. n. összájjal, *J* ugyanaz, hossz-metszetben, melyen szépen látható a külső és belső csiralevél, továbbá a csira bel-sejében az ősbél, mely az összáj révén közlekedik a külvilággal.

alkotó sejtek közül egyes sejtek kiválnak, s az ősbél és a külső felület közti helyen elszaporodva, azt a töltelékállományt alkotják, melyet a tudományban mesenchymának nevezünk (616. ábra). Ezeknél az állatoknál ebben a töltelékállományban sokszorosan elágazó bonyolult csatornarendszert találunk, melynek az a feladata, hogy az ősbél sejtjei által megemésztett táplálékot a testnek minden egyes sejtjéhez eljuttassa (617. ábra). Ugyanezen állatoknál az emésztőfelület a töltelékszövet nagybodásával kapcsolatosan olyképpen növekedik, hogy a felületet beborító, ú. n. ektodermasejtek előbb az összájnyílás helyén, később pedig a magasabbrendű férgekél az összájnyílással ellenkező oldalon is betüremlenek és az ősbél tömlőjével a legszorosabb kapcsolatba lépnek (616. ábra). A magasabbrendű férgektől kezdve tehát az emésztőszerv három csőalakú részből áll, nevezetesen az ektoderma-sejtek mellső betüródése révén keletkezett *előbélből*, az ősbél entoderma-sejtjeiből álló *középbélből* és az ektodermasejtek hátsó betüródéséből előálló *utóbélből*. E három bélrészlet nemcsak fejlődéstanilag, hanem élettanilag is különbözik egymástól. Az előbél a táplálék felvételére és a középbélbe való szállítására, a középbél a táplálék megemésztésére és fölszívására, végül az utóbél a hasznavehetetlen és meg nem emésztett anyagok eltávolítására szolgál (616. ábra).



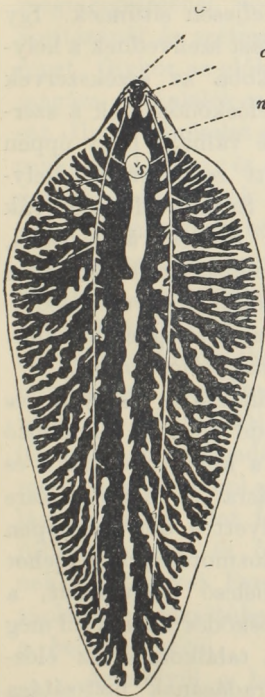
615. ábra. Az édesvízi hydra testének szervezete. *A* a hydra testének hosszmetesze; a test kétrétegű, amennyiben ektodermából (*ect*) és entodermából (*end*) áll; a test belsejében láthatjuk az emésztőüreget (*ent. cav.*), mely a külvilággal szájnnyílással közlekedik és a tapogatókba is felnyulik (*ent. cav.*¹). Az ekto- és entoderma között fekete vonal jelzi a közbülső hárttyát (*m. gl.*), az ektodermában pedig kisebb (*ntc'*) és nagyobb csalánsejtek (*ntc*) foglalnak helyet. Az entoderma sejtjei közül egyesek améba módjára protoplazmalábakkal (ú. n. állabakkal *psd*) veszik fel a táplálékot, mások pedig a táplálék mozgatása céljából ostorokkal (*fl*) vannak ellátva. A baloldalon két hydra-bimbót láthatunk a fejlődés különböző szakán (*bd'* és *bd''*), a jobboldalon hím- (*spy*) és női csirasejteket (*ovy*) termelő szemölcs-alakú szerveket, utóbbiban egy petét (*ov*). *B* a hosszmeteszet egy része erősebben nagyítva; *ect* ektodermasejtek, melyeknek sorába csalánsejtek (*cnbl*) vannak beiktatva, egyiknek kiálló csalánszertje (*cnc*) is látható; *end* entodermasejtek nagy vakuolákkal (*vac*), sejtmagvakkal (*nu*), amébaszerű protoplazmalábakkal (*psd*) és csillangókkal (*fl*); az egyik entodermasejt (jobbról az első) két diatomeát nyelt el, melyek közül az egyik (*b*) már részben megemésztődött, a másik (*a*) ellenben még ép; *m. gl.* közbülső réteg (mesoglea); *m. pr.* az ektodermasejtek izomnyulványainak keresztmetesze; *int. c.* intersticiális sejtek. Parker rajza.



616. ábra. Egy laposféreg három bélrészletének fejlődése. A a bél ősbélből és a betüremelés

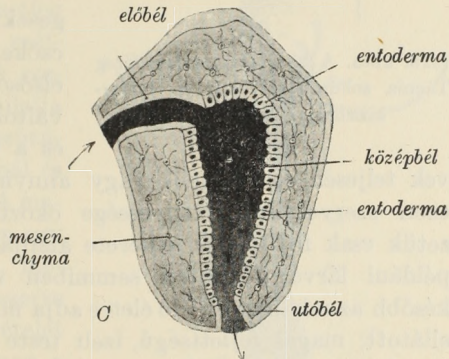
utján másodlagosan fejlődő előbélből áll; a szájnyílás a táplálék felvételére és egyúttal a hasznavehetetlen anyagok kiürítésére is szolgál. B az utóbél fejlődésének kezdetén betüremelés alakjában látható. C az utóbél

teljesen kifejlődött és az ősbéllel összefüggésbe lépett, ilyenkor a bélső három részből áll, nevezetesen: elő-, közép- és utóbélből.



617. ábra. A májmétely (*Distomum hepaticum*) faalakúan elágazó bélsőve és idegrendszere. O mellső szívókorong, középen a szájnyílással, mely rövid garaton keresztül az előbb villásan, majd pedig faalakúan elágazó bélbe vezet; cg érzék-dúc (cerebroid ganglion), n a két fő idegtörzs.

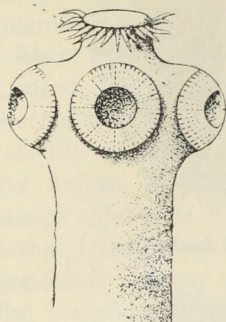
Hatschek rajza.



A táplálék minősége természetesen tetemesen megváltoztatja e három bélrészletnek arányát, valamint az egész bélső hosszát. A növényevőknek a bélsőve általában a testhez képest nagyon hosszú, ellenben a húsevőké igen rövid. Ismerünk olyan növényevő állatot is, melynek bélsőve 30-szor hosszabb a testnél, ellenben a ragadozó állatok bélsőve átlag 4–5-ször múlja felül a test nagyságát. A bélső hosszának ez az ingadozása az egész állatra is félreismerhetetlen jelegeket ró, úgy hogy már az állat külsejéről is azonnal felismerhetjük az állat táplálkozásmódját. A növényevő állatok a nagy bélsőnek megfelelőleg otromba alakúak, ellenben a ragadozók karcúak, könnyed alkotásúak. Sőt a táplálkozás módja a szellemi tehetségekre is hatással van. A növényevők szellemileg alacsonyabb színvonalon állanak mint a ragadozó állatok, amelyek csak ezerféle mechanikai eszközzel, erővel, méreggel, a támadásra való bámulatos berendezésekkel, furfangra, cselszövényre, háló-

vetésre alkalmas fejlett agyvelővel és csodálatosan éles érzékszervekkel tudják a mindennapi falatot megkeresni. Az élősködő állatoknak sokszor különös alakja is a táplálkozás módjára és a bélnek esetleg teljes visszafejlődésére vezethető vissza.

horogkoszorú



szívó-
koron-
gok.

(618. ábra. A horgosfejű galandféreg *Taenia solium*) szívókái és horogkoszorúja. Rouge rajza.

Az élősködő életmód jelentékenyen megváltoztatja az állatok szervezetét. Következményeképpen a szervezet általában egyszerűsödik. Azon szerveknek nagy része, melyek a rendes szabad életmódnál éppen a táplálék megszerzése érdekében nélkülözhetetlenek, az élősködés következtében mindinkább fölöslegessé válnak, s hovatovább egyre jobban csökevényesednek, sőt teljesen eltűnnek. Így elsősorban nagy módosulást szenvednek a helyváltoztatás szervei, továbbá az érzékszervek és a bélső. A legtöbb élősködőn ezek a szervek teljesen elenyésznek vagy annyira csökevényessé válnak, hogy éppen ezen szervek csökevényessége okozta változások miatt rendszertani helyzetük csak fejlődésük ismerete alapján állapítható meg. Számos élősködő rák például lárvá állapotban semmiben sem különbözik a rendes rák-lárvától, később azonban élősködő életre adja magát, s eredetileg pompás érzékszervekkel ellátott, magas fejlettségű, ízelt teste egyetlen bél nélküli tömlővé egyszerűsödik, úgy hogy az állat már nem rákhoz, hanem inkább egyszerű féreghez hasonlít. Ilyen rák pl. a 35. ábrán bemutatott gyökérfejű rák (*Sacculina carcini*).

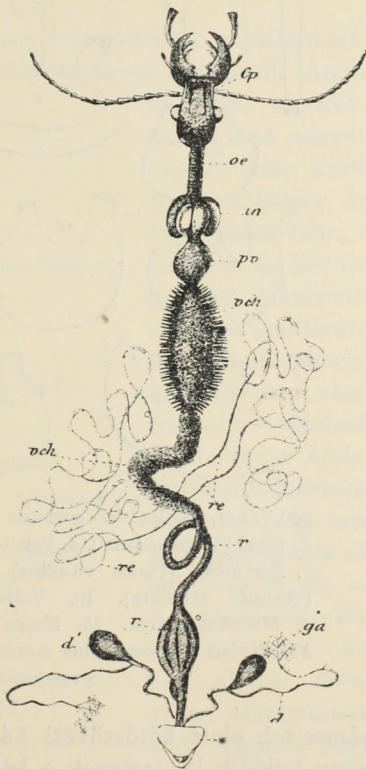
Az élősködés következtében elenyészett helyváltoztató szervek és érzékszervek, továbbá a bélső helyett a legtöbb élősködő állaton különböző tapadó-, szívó- és rögzítőszervek fejlődnek. Ilyenek a különböző alakú és számú tapadó- és szívókorongok, továbbá kapaszkodásra és odarögzítésre szolgáló horgok (618. ábra). A visszafejlődött bélső helyett a bőr olyképpen módosul, hogy a táplálék felvétele a bőrön keresztül endozmotikus úton mehet végbe, azoknál az élősködőknél pedig, a melyeknél a bélső megmaradt, a szájrészek szűrő- és szívószervekké alakulnak át. Az élősködés azonkívül még a szaporodás módjára is nagy hatással van. A két nem találkozása az élősködő állatoknál felette bizonytalan, ezért a faj fennmaradásának biztosítása céljából az élősködők legnagyobb része hímnős, azaz az élősködők petét és hímsírasejteket egyaránt termelnek és saját petéjüket saját hímsírasejtjeikkel meg tudják termékenyíteni. Még ezen berendezés mellett is könnyen beláthatólag kevés utód juthat kedvező körülmények közé, ezért csak nagyfokú termékenységgel biztosíthatják az élősködők fajuk fennmaradását. A termékenység az élősködőknél valóban bámulatos. A galandférgek például milliószámra érlelnek petéket. Számos élősködő féregnek pedig lárvá alakjai is szaporodásra termettek, aminek eredményeként azután egyetlenegy termékenyített petéből több, sokszor ezrekre menő egyén fejlődik. A májmételynél pl. a petéből tudvalevőleg (v. ö. 54. lap) lárvá, ebből pedig sporocisza fejlőd-

dik; a sporocisztában nagyobb számban újabb közbülső alakok, úgynevezett rediák formálódnak. Ez utóbbiaknak belsejében azután megint többes számban ismét újabb közbülső alakok, úgynevezett cercáriák fejlődnek, melyekből végül az ivarérett májmétely létesül. Tegyük fel, hogy minden sporocisztában csak 100 redia, s minden rediában ismét csak 100 cercária fejlődik, akkor is azt a végső eredményt kapjuk, hogy a májmételynek minden petéjéből tízezer májmétely fejlődhetik kedvező körülmények között.

A nem élősködő állatoknál, a táplálkozás módjának és a táplálék minőségének megfelelőleg, a bélnek előbb említett 3 részletén különböző szerkezeti berendezések fejlődnek ki. Az előbél elején, a szájnylás körül vagy a szájjüregben különböző alkotású fogókarokat, szájszerveket, változatos alakú fogakat vagy más mechanikai berendezéseket találunk, melyek mind a táplálék megszerzésénél, megragadásánál, esetleg megmérgezésénél, továbbá a táplálék szétaprításánál és szétmorzsolásánál visznek szerepet. Olykor az előbél különös része vállálja magára a táplálék megpuhítását és szétzúzását. Ilyen bélrészlet például a madaraknál és rovaroknál a begy és a zúza (619. ábra). A magasabbrendű állatok bélsővéén állandóan egy nagy kiszélesedett bélrészletet találunk, melyet gyomornak nevezünk s amely egyszerre nagyobb mennyiségű táplálék felvételét teszi lehetővé (620. ábra). Ez a gyomor a növényevő kérődzőknél négy részre oszlott, nevezetesen bendőre, recés gyomorra, száxrétüre és oltóra (621. ábra). A lenyelt táplálék elsőben a bendőbe jut, a bendőből a recés gyomorba, hol a gyomorvadásztól megálgulván, az állat felökröndözi a szájába, s újból megrágja és összekeveri nyálmirigyeinek váladékával. Erre ismét lenyeli, s most a táplálék a száxrétűbe, végül az oltóba s innen a belekbe kerül.

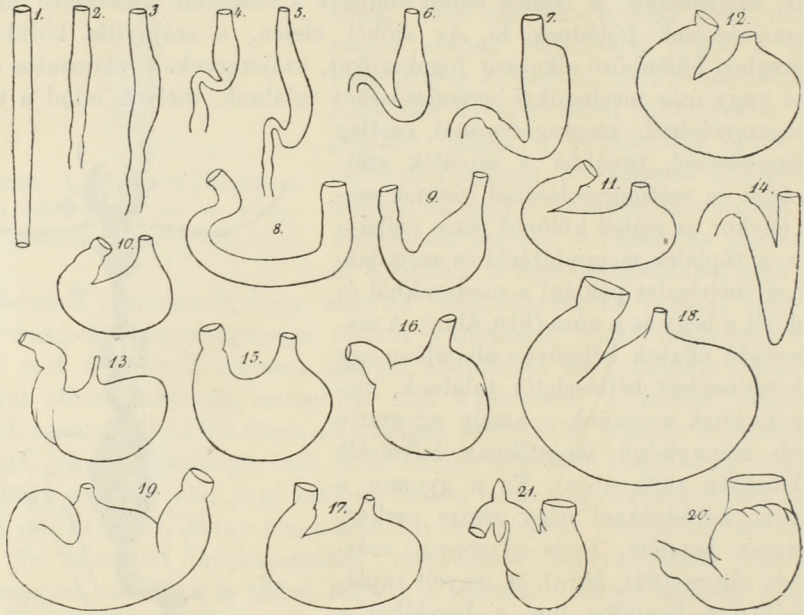
Azonkívül a belen másutt is találunk kitüremléseket, így különböző alkotású és változó hosszúságú vakbeleket vagy vakbél-szerű kitüremléseket, melyek a felszívó felületnek nagyítására szolgálnak. Az utóbélben is van rendszeren egy kiszélesedett bélrészlet, a végbél, mely a hasznavehetetlen és meg nem emésztett anyagokat gyűjti össze (622. ábra).

A legalsóbbrendű állatoknál a bél csupán csillós és amébaszerűen működő hámsejtekből áll (565. ábra, B és 623. ábra). A csillós



619. ábra. Az aranyos futrinka (*Carabus auratus*) bélsőve. *Cp* fej szájrészekkel és csápokkal, *oe* nyelőcső, *in* begy, *pv* zúzógyomor (zúza), *vch* középbél (chylus-gyomor), *r* vastagbél, *re* húgykiválasztó Malpighi-edények, * utolsó testgyűrű, *ga* marófolyadékot elválasztó mirigyek, melyeknek hosszú vezetékük (*d*) és izmosfalú gyűjtőhólyagjuk (*d'*) van.

hámsejtek a táplálék betételére és mozgására, az améba módjára működő hámsejtek pedig a táplálék megemésztésére vannak hivatva; ez utóbbi sejtek helyét a magasabbrendű tömlős állatoktól kezdve emésztőnedveket elválasztó és felszívó sejtek foglalják el. Az alsóbbrendű, kis termetű állatoknál a csillós hámsejtek előidézte áram teljesen elegendő a bélben levő táplálék mozgására, ámde a nagyobb állatoknál a táplálékozashoz szükséges táplálóanyagok mozgására elégtelennek bizonyul, azért a bél falának szilárdítására a

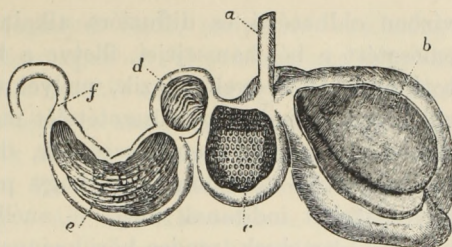


620. ábra. Különböző gerinces állatok gyomra. 1. Belone. 2. *Proteus anguinus*. 3. Sikló (*Tropidonotus*). 4. Fekete géb (*Gobius niger*). 5. *Scincus ocellatus*. 6. Czápa. 7. Borjúfóka (*Phoca vitulina*). 8. Teknősbéka (*Testudo graeca*). 9. Teknősbéka (*Testudo tabulata*). 10. Vidra. 11. Oroszlán. 12. Kutya. 13. Tengeri nyul. 14. *Muraena conger*. 15. *Nasua rufa*. 16. Hangyász (*Myrmecophaga didactyla*). 17. Pávián (*Cynocephalus mormon*). 18. Ló. 19. Disznó. 20. Fiahordó-béka (*Pipa verrucosa*). 21. *Lophius piscatorius*.

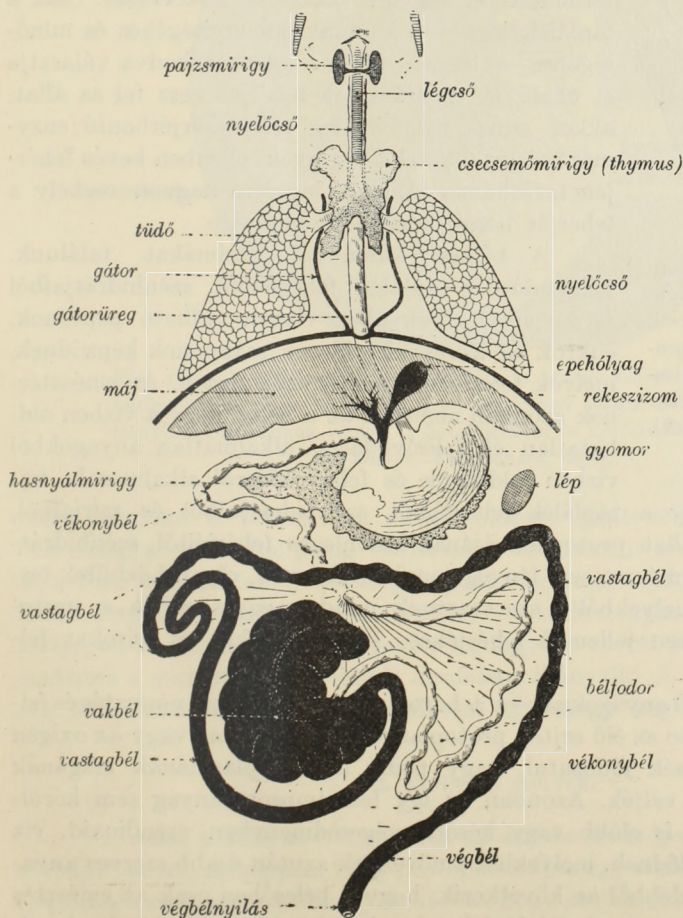
hámsejtek alatt kötőszöveti hártya, s ez alatt különböző vastagságban izomréteg fejlődik ki, melynek a bél falával körkörösén és hosszanti irányban futó izmai ritmusos összehúzódásukkal és megernyedésükkel a táplálékot végighajtják a bélben. Az izomréteget rendszeren újból kötőszövet és lapos hámsejtekből álló réteg, úgynevezett savóshártya fedi (624. ábra).

Az emésztőnedveket elválasztó hámsejtek csak az alsóbbrendű állatok belében foglalnak a belet kibélelő többi hámsejtek között helyet, ellenben a magasabbrendűeknél hovatovább betüremlés útján elkülönülnek tőlük, s vagy a bél falában, vagy pedig a belen kívül önálló mirigyeket alkotnak. Ilyen mirigyek a különböző nyálmirigyek, a máj és hasnyálmirigy (fehérmáj, pancreas; 622. ábra).

Az összes élő lények életök folyamán protoplazmájuk szerves anyagait bontják el, ezeknek pótlása céljából tehát újabb szerves anyagokról kell gondoskodniuk. A növények szervetlen anyagokból is tudnak szerveket készíteni, az összes állatok azonban csak kész szerves anyagokkal (fehérjékkel, szénhidrátokkal és zsírokkal) tudják a hiányokat pótolni, s ezeket az állatok csak úgy szerezhetik meg, ha más állatokat vagy növényeket esznek meg. Minthogy azok az állatok, amelyek másoknak táplálékul szolgálnak, szintén növényekkel táplálkoztak, végeredményben minden állati táplálék a növényországból származik. Ámde



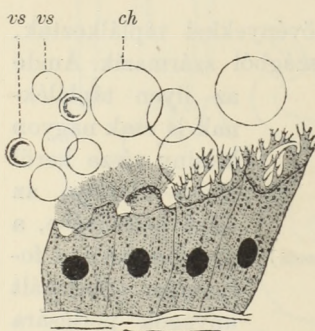
621. ábra. A kérődzők összetett gyomra felnyitva, a belső szerkezet feltüntetésére. *a* bázis, *b* bendő, *c* recés gyomor, *d* szájrétű gyomor, *e* oltó, *f* vékonybél. Flower és Lydekker rajza.



622. ábra. Az emlős állatok bélcsövének részei vázlatosan.

az ilyen táplálék-
nak is csak nagyon
kicsiny része kerül
olyan alakban az
állat bélcsövébe, a
melyben az élet fo-
lyamán elhasznált
anyagok pótlására
közvetlenül felhasz-
nálható volna; a leg-
nagyobb részének
előbb vegyi átala-
kuláson kell keresz-
tülesnie, hogy erre
a felhasználásra al-
kalmassá váljék. —
A tápláléknek első-
sorban vízben old-
ható és diffu-
zióra alkalmasnak
kell lennie, hogy
ozmotikus folyama-
tok révén bejuthas-
son az élő sejtek
belsejébe. Azokat a
vegyi átalakuláso-
kat, melyeken a
táplálék a bélcső-
ben keresztül megy
abból a célból, hogy

vízben oldhatóvá és diffúzióra alkalmassá legyen, *emésztésnek* nevezzük. Az emésztést a bél hámsejtjei, illetve a béllal összefüggő mirigyek által elválasztott emésztő nedvek végzik, melyeknek fő hatóanyagait *enzimáknak* nevezzük. Az enzímák vegyi összetételét mostanáig még nem ismerjük. Több tekintetben a fehérjékre emlékeztetnek, de mégsem tartoznak a fehérjék közé. Legjellemzőbb tulajdonságuk, hogy pusztán jelenlétükkel olyan bontó vegyi folyamatokat indítanak meg, — anélkül, hogy e folyamatoknál elhasználódának — amelyek rendes körülmények között mérhetetlen idő multán következnenek be. Feladatuk, hogy a bélsőbe felvett táplálékot kémiai bontás révén olyan alakúvá változtassák, hogy azt a szervezet közvetlenül felszívhassa és belőle asszimiláció révén új protoplazmát készíthessen. E célból például a keményítóből és a magasabb, úgynevezett sokszoros cukrokból (polysaccharidok) egyszerű



623. ábra. A májmétely közepbelének néhány sejtje a táplálék felvételének idejében. A sejtek améba módjára protoplazma-nyulványokkal testükbe kebelezik a vérszemeket (*vs*) és chyluscseppeket (*ch*).

Sommer rajza.

lődjének, hanem hogy a táplálék fehérjéiből, szénhidrátjaiból és zsírjaiból a bélsőben vízben oldható peptonok, cukrok és zsírsavak, illetve szappanok képződnek, melyek felszívódásra már alkalmasak. Az emésztésnek azonban nemcsak az a célja, hogy a vízben oldhatatlan és felszívódásra alkalmatlan anyagokból vízben oldhatók és felszívódásra alkalmasak

lődjének, hanem hogy a táplálék fehérjéiből, szénhidrátjaiból és zsírjaiból, melyek a táplálkozó állat protoplazmájának különleges fehérjéitől, szénhidrátjaitól és zsírjaitól természetesen lényegesen különböznek, olyan közbülső termékek létesüljenek, melyekből a szervezetnek minden egyes sejtje a protoplazmájára különlegesen jellemző fehérjéket, szénhidrátokat és zsírokat felépítheti.

A szerves tápláló anyagoknak ez a három alkotórésze csak emésztés és felszívódás után juthat be az élő sejtek protoplazmájába, hogy ott vagy az oxigén oxidáló hatásának essék áldozatul, vagy pedig a protoplazmának magának szerves alkotórészévé válják. Azonban az így felhalmozott anyag sem kerülheti el sorsát; belőle is előbb vagy később végeredményben széndioxid, víz és húgyalkatrészek fejlődnek, melyekből a növények azután újabb szerves anyagokat készítenek. Mindebből az következik, hogy a bélsőben csak az emésztés megy végbe, ellenben az asszimiláció folyamatai a sejtekben történnek. Asszi-

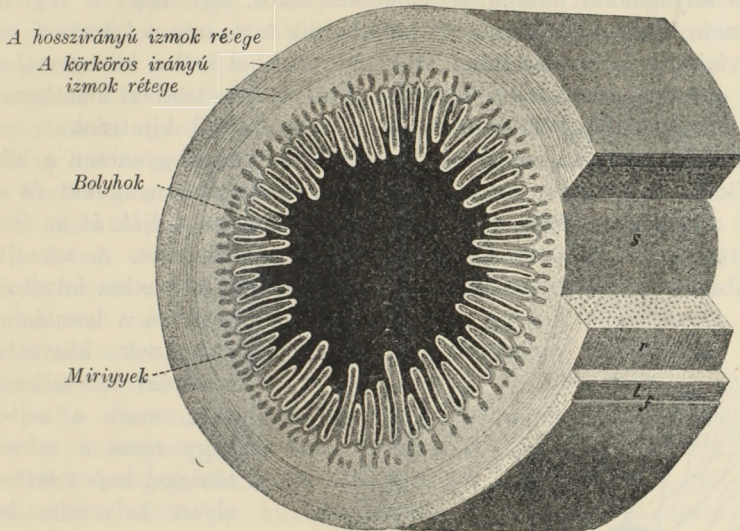
cukrokat, a zsírokból és fehérjékből pedig könnyen felszívható és könnyen értékesíthető termékeket (zsírsavak, peptonok stb.) létesítenek. Az enzímák termelésében nagyon takarékos a szervezet. Csak a táplálék ingerére, s annak mennyiségéhez és minőségéhez a legszorosabban alkalmazkodva választja el őket. Ha például sok fehérjét vesz fel az állat, akkor ennek megfelelőleg sok fehérjébontó enzimát választanak el a mirigyek, ellenben kevés fehérjét tartalmazó táplálék ingerére nagyon csekély a fehérjébontó enzima mennyisége.

A bélben különböző enzímákat találunk. Hatásukra a táplálék fehérjéiből, szénhidrátjaiból és zsírjaiból a bélsőben vízben oldható peptonok, cukrok és zsírsavak, illetve szappanok képződnek, melyek felszívódásra már alkalmasak. Az emésztésnek azonban nemcsak az a célja, hogy a vízben oldhatatlan és felszívódásra alkalmatlan anyagokból vízben oldhatók és felszívódásra alkalmasak

lődjének, hanem hogy a táplálék fehérjéiből, szénhidrátjaiból és zsírjaiból, melyek a táplálkozó állat protoplazmájának különleges fehérjéitől, szénhidrátjaitól és zsírjaitól természetesen lényegesen különböznek, olyan közbülső termékek létesüljenek, melyekből a szervezetnek minden egyes sejtje a proto-

miláció nevén azokat a folyamatokat foglaljuk össze, melyeknek eredményeként a megemésztett és felszívott táplálóanyagokból élő protoplazma képződik.

Az emésztés a szájüregben kezdődik. Ide öntik a nyálmirigyek váladékaikat, melyek nemcsak a táplálék sikamlóssá tételére szolgálnak, hanem egyúttal a szénhidrátok egy részét cukorra alakítják át. Az emésztés folyamatainak zöme a középbélben megy végbe. A gerinctelen állatoknál a középbéllel rendszeren egy nagy mirigy (középbéli emésztő mirigy) áll összeköttetésben, melyet régen májnak neveztek (649. ábra, *L*). Ez a mirigy a gerincesek hasnyálmirigyének és májának, sőt bizonyos fokig vékonybelének működését is egyesíti magában,



624. ábra. A vékonybél kis darabkája, a bélső szövettani szerkezetének feltüntetése. *f* savós hártya, *l* a hosszirányú izmok rétege, *r* a körkörös irányban futó izmok rétege, *s* hámsejtekből és kötőszövetből álló nyálkahártya. Fleischmann rajza.

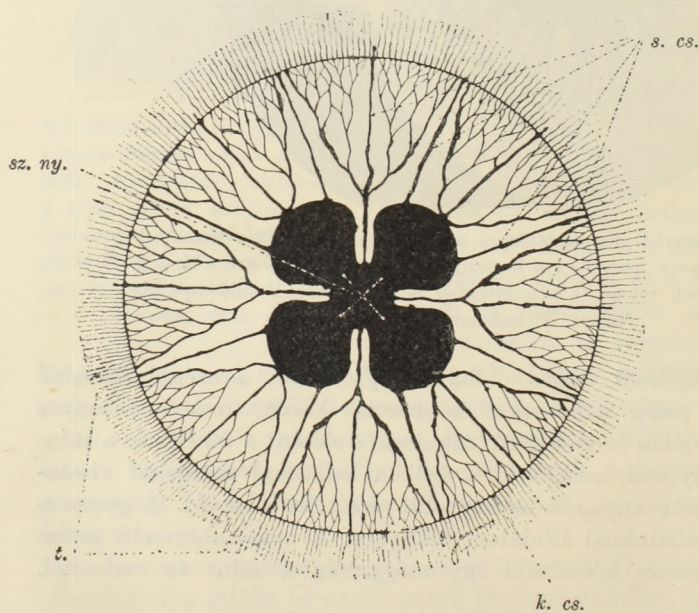
mert váladéka a fehérjékből vízben oldható peptonokat, a szénhidrátokból cukrokat, a zsírokból pedig zsírsavakat és glicerint készít, továbbá bizonyos sejteiben tartalék-fehérjéket és glikogént raktároz, s ekként a fehérje és a szénhidrát forgalmát szabályozza, azonkívül a bélben keletkező mérgeket visszatartja és a megemésztett anyagok legnagyobb részét fel is szívja. A gyomor-emésztés a gerinctelen állatoknál általában hiányzik. A magasabbrendű gerinces állatoknál az emésztés körülbelül úgy megy végbe, mint az embernél.

2. Keringési szervek.

Az összes állatok az élet tüzének szításához szükséges erőt testök anyagából szabadítják fel, olyképpen, hogy protoplazmájuk egy részét elbontják és elégetik. Természetesen ilyen körülmények között, hogy az élet tüze folytonosan lobogjon, a protoplazmának folytonosan meg kell újulnia és a bomlástermékeknek ki kell

kerülniök, vagyis az állatok teste és környezete között anyagcserefolyamatoknak kell végbemenniök, nevezetesen az állatoknak a környezetből különböző anyagokat és az élethez szükséges oxigént kell felvenniök, és ennek kell átadniok az élet folyamán keletkezett bomlástermékeket. Ezek a folyamatok az egysejtű véglényeknél nagyon egyszerűek. Az a víz, melyben a véglények élnek, különböző oldott anyagokat és elnyelt oxigént tartalmaz, így ezek felvétele diffúzió révén a test felületén keresztül történhetik. Mihelyest az oxigénfeszültség a véglény testén belül kisebb mint a környező vízben, az oxigénnek a fizika törvényei szerint a testbe kell vándorolnia, ámde az így bejutott oxigén a protoplazmában más anyagokkal mindig vegyületeket alkot, úgy hogy a véglény teste és környezete közti oxigénfeszültség mindaddig tart, míg a környező víz elegendő mennyiségű oxigént tartalmaz. Hasonló okokból kell a környezetben levő különböző oldott anyagoknak is a testbe jutniok, és a testben keletkezett széndioxidnak és egyéb bomlástermékeknek a szervezetből kijutniok.

Szóval az egysejtű szervezetek testük egész felületével egyenesen a környezetből veszik fel a protoplazma megújításához szükséges anyagokat és az oxidálást végző oxigént, továbbá közvetlenül a környezetnek adják át az életfolyamatok alatt keletkezett salakokat, elsősorban a széndioxidot. A soksejtű állatoknál azonban könnyen beláthatólag a táplálékoknak közvetlen felvétele,



625. ábra. Egy medúza (Aurelia) ósbele (archenteron), a belőle sugarasan kiágazó, vakkélszerű kitérőmérésekkel, melyek az egész testet behálózzák; sz. ny. szájnyílás, bevezet az ósbélbe, ebből indulnak ki a sugár-csatornák (s. cs.), melyek a test szélén levő körcsatornában (k. cs.) egyesülnek, innen azután újabb kisebb csatornák veszik eredetüket, melyek a tapogatók (t.) belsejébe hatolnak. Jammes rajza.

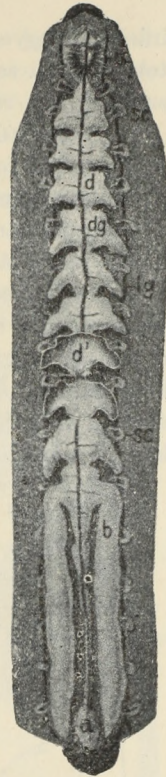
továbbá a bomlástermékeknek közvetlen kiürítése lehetetlenné vált, mert a sejtek nagy része a soksejtűséggel kapcsolatban olyan helyzetbe került, hogy a külvilágtól teljesen el van zárva; a soksejtű szervezetek anyagcseréjének biztosítása céljából tehát külön szervezeteknek kellett kifejlődniök, melyeknek az anyagforgalom folyamatainak közvetítése az egyedüli feladata.

A tömlős állatoknál az ósbélből a megemésztett táplálóanyagoknak elszállítására vakkélszerű kitérőmérések vagy pedig gazdagon elágazó csatornák indulnak ki, me-

lyek az egész testet keresztül-kasul járják (625. ábra). A bennök levő oldott anyagokat azután diffúzió útján veszik fel az egyes sejtek s ugyancsak nekik adják át szintén diffúzió útján az élet folyamán keletkezett salakokat. Természetesen az ősbélben levő anyagok folyton megújulnak. Ugyanezt a berendezést az alsóbbrendű férgekben is megtaláljuk, melyeknek bélsőve e célból fa módjára gazdagon elágazik (617. ábra).

A magasabbrendű, testüreggel bíró állatoknál a munkamegosztás elve alapján az anyagcsere egyes folyamatai, nevezetesen az emésztés, a megemésztett anyagok szállítása, az oxigén felvétele és a bomlástermékek kiválasztása már annyira megoszlanak az egyes szervek között, hogy bennük az anyagforgalom közvetítésére külön nedv, a vér fejlődött ki. A vér tartalmazza egyrészt a bélben megemésztett különböző tápláló anyagokat és a lélekzőszervek által felvett oxigént, másrészt az élet folyamán keletkezett bomlástermékeket, melyeket azután a kiválasztó szervek (tüdő és vese) eltávolítanak a szervezetből. A vér tehát a magasabbrendű soksejtű állatokban az anyagforgalom közvetítője. Persze ezen feladatának a vér csak akkor tud megfelelni, ha állandóan mozgásban lehet és ha alkalmas szerkezetű berendezések segítségével a test minden részébe eljuthat.

Az alacsonyabbrendű, testüreges soksejtű állatoknál a vér a testüregben gyűlik össze és innen a testet behálózó szövetszövetközi hézagok (lakunák) útján minden sejthez eljut; mozgására a testüreget kibélelő csillagós hámsejtek előidézte áram, vagy pedig a test izmainak összehúzódása szolgál. Az előbbi berendezést megtaláljuk például a mohaállatoknál, az utóbbit pedig a férgeknek. A magasabbrendű állatoknál a vérnek ez a kezdetleges szállításmódja egyre jobban bonyolódik. A lakunák közül egyesek különfalú erekké fejlődnek, melyek közül néhányan a vér gyorsabb szállítása céljából erős izmokkal vannak ellátva. Némely gyűrűs férgeknek (pl. pióca) egy háti, egy hasi és két oldali hosszanti véreter találunk (626. ábra), melyek kisebb véreerekkel állanak összefüggésben; a két oldalér (626. ábra, *lg*) ritmikusan hátulról mellfelé összehúzódik és a vért áramlásban tartja. A vér a négy főérből a kisebb erekbe, s innen a szövetszövetközi hézagokba kerül, ahonnan minden sejt felveheti a szükséges táplálóanyagokat és az oxigént, továbbá átadhatja a bomlástermékeket. Az érrendszer fejlettségének egy magasabb fokán az erek összehúzódó tehetsége lokalizálódik és az érrendszernek egy különleges középponti részére, az úgynevezett szívre szorítkozik. A szív hatalmasan fejlett, bámulatosan szerkesztett billentyűvel lehetővé teszi, hogy a vér határozott

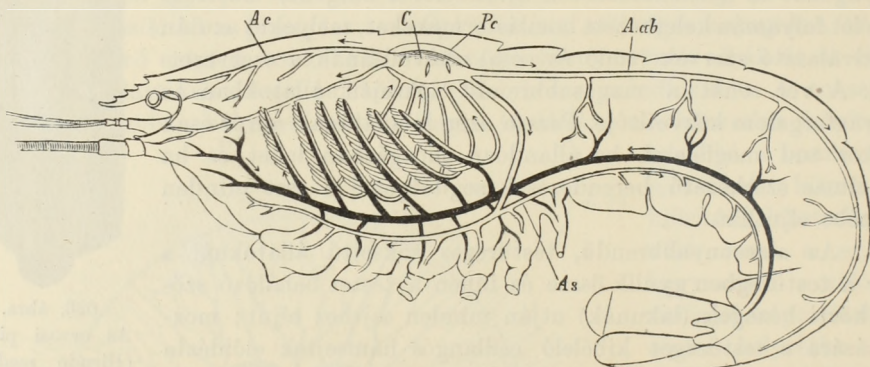


626. ábra.

Az orvosi pióca (*Hirudo medicinalis*) bélsőve és érrendszere. *o* nyelőcső, *d* középbél (chylusbél) mely *d*¹-nél meg van nyitva, *dg* hátsó oldali vérér, *lg* oldali véretek (a hasoldali vérér a test középvonalában a bél alatt foglal helyet, ezért ábránkon nem látható), *b* a középbél utolsó nagy vakbél szerű kitüremlése, *a* végbél, *sc* hurokszerv. Hatschek rajza.

irányban egyenletesen keringjen és hogy a tápláló nedv száz meg száz úton a test minden sejtjéhez gyorsan eljusson. A központosított érrendszer példájául szolgáljon a rák vérkeringése (627. ábra).

A szív (*C*) a test hátoldalán külön zacskóban, az úgynevezett perikardiális üregben (*Pc*) foglal helyet. Belőle négy nagyobb osztóér (artéria) ered, nevezetesen a páratlan szem-artéria (*Ac*), a páros csáp-artéria, a páratlan potroh-artéria (*A. ab*) és a szintén páratlan mell-artéria (*As*). Ezek közül a szem- és csáp-artéria a test mellső részét látja el artériás vérrel, ellenben a potroh-artéria a test hátsó része, a mell-artéria pedig egyenesen a melltájék felé tart, s itt egy mellső és egy hátsó részre ágazik el. A most említett fő-osztóerek ezután a testben kisebb erekre oszlanak, végül faluk megszűnik és a vér szövetközi hézagokba kerül, úgy hogy minden sejt könnyen felveheti belőle a szükséges táplálóanyagokat és az élethez szükséges oxigént, azonkívül pedig átadhatja az élet folyamán keletkezett bomlástermékeket, elsősorban pedig a széndioxidot. A széndioxidot

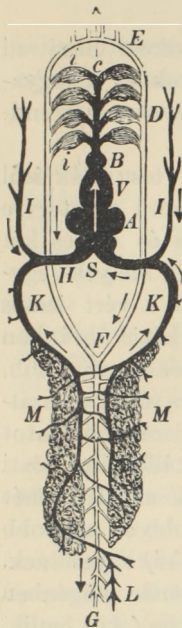


627. ábra. A folyami rák vérkeringése. *C* szív, három szívrésszel; *Pc* szívburók (pericardium); *Ac* szem-artéria; *As* mell-artéria; *A. ab* potroh-artéria. Gegenbaur rajza.

tartalmazó vért vénás vérnek nevezzük. Ez a szövetek táplálására már alkalmatlan vénás vér az egész testből, végeredményében az összes szövetközi hézagokból a hasoldalon levő tágas vénás öbölbe kerül. Innen különfalú véreerek, úgynevezett kopoltyú-osztóerek erednek, melyek a vénás vért a kopoltyúkba viszik s itt gazdagon elágaznak. A kopoltyúk falán keresztül a vér átadja a környezetnek a széndioxidot és helyette oxigént vesz fel. Az oxigént tartalmazó vér, melyet artériás vérnek nevezünk s amely a szövetek táplálására ismét alkalmas, kopoltyú-gyűjtőerek útján a szívet körülzáró perikardiális üregbe, innen pedig a szíven levő, billentyűkkel elzárható három pár nyíláson keresztül a szívbe jut.

A rákéhoz hasonló érrendszert, melynél a vér nem mindenütt, hanem csak bizonyos helyen kering különfalú erekben, *nyílt érrendszernek* nevezzük.

A gerinces állatoknál a vér már mindenütt különfalú erekben kering, azért érrendszerüket a gerinctelenek nyílt érrendszerével szemben *zárt érrendszernek* nevezzük. A zárt érrendszernek központi része az izmos falú szív, mely rendszeren pitvarra és kamrára tagolódik. A pitvar a vér felvételére, a kamra



628. ábra.

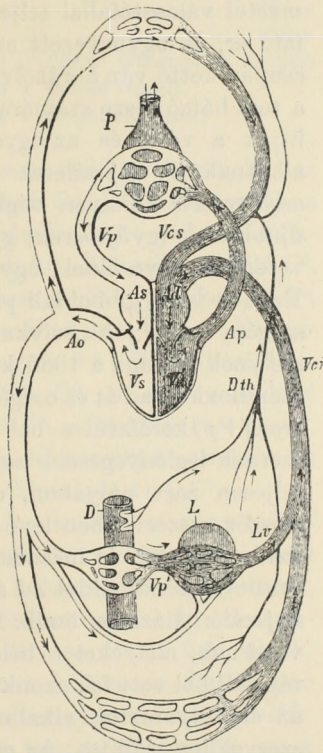
A halak vérkeringése. A szívpitvar,

V szívkamra, B a szívkamrából eredő aorta hagymaszerű, izmos duzzanata, i hajszálérhálózat a kopolyútkban. D a kopolyútból a test szerveit ellátó főér, melynek E ága a test mellső részét, F ága pedig a test hátsó részét látja el oxigént tartalmazó artériás vérrel. K és I főgyűjtőerek, melyek a testből a vénás vért, miután egymással egyesültek (H), a szívbe szállítják vissza. M vese. A nyilak a vér keringésének útját jelzik.

természetesen hatással van egyfelől az anyagforgalomra, amennyiben azt lanyhává teszi az a körül-

pedig a vér mozgatására van hivatva. A szív kamrájából ered rendszeren egy nagy ér, mely kisebb erekre ágazik el; ezek a vért a testbe szállítják s ezért *osztó-ereknek (artéria)* hívjuk. Az osztóerek a testnek minden egyes szervében hajszálérhálózatot alkotnak. A hajszálerek fala csupán vékony hám (endotel)-rétegből áll, úgy hogy ezen keresztül könnyen átszűrődhetik a vérplazma a szövetközi hézagokba és könnyen átadhatja a sejteknek az oxigént is. Az így átszűrődött vérplazmát és az esetleges bomlástermékeket a szövetközi hézagokban kezdődő más különfalú erek, az ú. n. *nyirok-erek* ismét az érrendszerbe szállítják vissza. A hajszálerekből újabb erek szedődnek össze, melyek egymással egyesülve mindinkább nagyobb ereket, úgynevezett *gyűjtő-ereket (vena)* alkotnak, s ezek a vért ismét viaszállítják a szívbe.

A legegyszerűbb zárt érrendszert találjuk a halaknál (628. ábra). A szívből egy nagy osztóér (c) ered, mely a vért egyenesen a kopolyútkba (i) viszi; itt széndioxid-tartalmát a hajszálerek falán keresztül átadja a víznek és felveszi a víz elnyelt oxigénjét. A kopolyútk hajszálereiből eredő erek (D, E, F és G) azután a vért a testnek minden egyes részébe olyanformán juttatják el, hogy minden egyes szervben hajszálérhálózatot alkotnak. A szervekből külön gyűjtőerek (L, K, H és I) ismét viaszállítják a vért a szívbe (A és V). A halaknál azt látjuk tehát, hogy a vérnek csak egy kis része megy minden körforgásnál a lélekzőszer-ven keresztül és hogy a szívnek két hajszálérhálózatot, nevezetesen a kopolyú és a test hajszálérhálóza-tán kell a vért átréselni. A halak vérkeringésének ez a tulajdonsága



629. ábra. Az emlős állatok vérkeringése vázlatosan. As és Ad bal és jobb szívpitvar, Vs és Vd bal és jobb szívkamra. Ao főosztóér (aorta), Vci és Vcs hátsó és mellső főgyűjtőér, Vp tüdőosztóér, P tüdő, Ap tüdőgyűjtőér, D bélzárab, Lmáj, Lv májgyűjtőér, Vp' máj verőce-érrendszer, Dth főchylus-ér, mely egyfelől a bélben megemésztett táplálékot, másfelől a szervekből a limfát a mellső főgyűjtőérbe szállítja. A nyilak a vér keringésének irányát jelzik.

mény, hogy két hajszálhálózaton kell a vért a szívkamrának keresztülhajtani s így aránytalanul nagy ellenállást kell legyőznie. A vérkeringésnek ez a fogyatékossága teljesen elenyészik a madaraknál és az emlősöknél, melyeknek érrendszere a legfejlettebb.

Ha ezen állatok érrendszerének lényegtelen, rendesen a test alakjától függő részleteitől eltekintünk, vérkeringésüket nagyon egyszerű alaptervre (629. ábra) vezethetjük vissza. A négy részletre, két pitvarra (*As* és *Ad*) és két kamrára (*Vs* és *Vd*) osztott szív egy bal- és egy jobbfélre oszlik, melyek egymástól választófallal teljesen el vannak különítve. A kamrákból a vért izmos falú ér, az úgynevezett aorta (*Ao*) vezeti a testbe. Számos ágai közül ábránkon csupán kettő van ábrázolva, nevezetesen egy kisebb a test mellső, és egy nagyobb, a test hátsó része számára. Az aorta ágai a testnek minden egyes részébe elszállítják a vért, és az egyes szervekben gazdagon elágazva, hajszálérhálózatot alkotnak. A hajszálerek vékony falán keresztül a vér és szövetállomány közti anyagcsere könnyen végbemehet. A test hajszálereiből a vért azután ismét újabb erek (gyűjtőerek) gyűjtik össze, melyek folytonosan nagyobb és nagyobb vérerekké egyesülnek, úgy hogy végül két főgyűjtőérbe (*Vcs* és *Vci*) egyesülnek. Ezek a szív jobboldali pitvarába (*Ad*) nyílnak, melyből az immár oxigénben szegény vér a jobb szívkamrába (*Vd*), innen pedig a tüdőosztóérbe (*Ap*) ömlik, melynek két ága a tüdő két felében hajszálérhálózatot létesít. A tüdőben a vér széndioxidot ad át és oxigént vesz fel, s így ismét artériássá válván, a tüdőgyűjtő-eren (*Vp*) keresztül a bal szívfélbe kerül. Az elmondottak szerint a zárt érrendszernek leglényegesebb sajátossága, hogy az összes vér minden egyes körfutásnál teljesen zárt pályákon, egymásután két hajszálérhálózaton ömlik keresztül, először a szervekben levő hajszálérhálózaton, melyben oxigént ad át és széndioxidot vesz fel, és másodszor a tüdőben levő hajszálérhálózaton, melyben megfordítva széndioxidot ad át és oxigént vesz fel. Amikor a vér a szervekben levő hajszálérhálózaton ömlik keresztül, egyúttal mindenféle anyagokat ad át a szöveteknek, melyeket a bélcsőben való tartózkodása alkalmával a megemésztett táplálékból vett fel, azonkívül a szervekből is anyagokat vesz fel, melyek bennük az életfolyamatok alkalmával keletkeztek, hogy azután azokat a kiválasztó szervekhez szállítsa. Az ezen célra szolgáló berendezések az összes zárt érrendszerrel bíró állatoknál lényegében egyformák.

A madaraknál és emlősöknél a vérkeringési szerveknek most vázolt fejlettségi foka lehetővé teszi a nagy melegfejlesztéssel járó élénk anyagforgalmat, azonkívül ezen két állatosztályban az élénk anyagforgalommal kapcsolatosan olyan hőszabályozó berendezések (toll, szőr, a vérerek reflektorikus kitágulása és összehúzódása a bőrön stb.) fejlődtek ki, melyeknek működése révén a madarak és az emlősállatok állandó hőmérsékletűekké váltak. Természetesen a többi állatok életfolyamatai alatt is fejlődik meleg, csak hogy ez a meleg a külső hőmérséklet szerint változó, és emellett az átlag mindig lanya anyagforgalom és a hőszabályozó berendezések teljes hiánya vagy alacsony fejlettsége miatt olyan kicsiny, hogy az állat hőmérsékletét alig emeli valamivel, vagyis ezeknek hőmérséklete a környezet hőfoka szerint olyanformán változik, hogy azt valamivel felülmúlja. A környezet és a test hőmér-

séklete közti különbség fejezi ki a test saját melegét. Ez néhány változó hőmérsékletű állatnál a következő:

I. Gerinctelen állatok:

Polipok	0·21 C°
Medúzák	0·27 »
Tüskésbőrűek.....	0·40 »
Póca	0·57 »
Földi giliszta	1·11—1·39 »
Csigák	0·90 »
Lábasfejűek	0·57 »
Rovarok	0·50 »
Rákok	0·60 »

II. Gerinces állatok:

Ponty	0·93 C°
Proteus	1·25 »
Béka	1·40—2·50 »
Gyík.....	0·75—1·25 »
Vipera	0·75—3·10 »
Kotló óriáskígyó	6·50 »
Teknősbéka.....	1·22 »
Echidna ..	29 C° (20 C° hőmérséklet mellett).
» ..	20 » (hűvös reggel).
» ..	34 » (ivarzás idején).

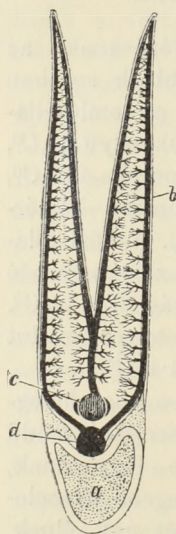
A változó hőmérsékletű állatokat közönségesen hidegvérűeknek, az állandó hőmérsékletűeket pedig melegvérűeknek nevezzük. Utóbbiak sorában a »legmelegebb vérűek« a madarak, amelyeknek hőmérséklete az emlősállatokénál általában magasabb (pl. strucc 39·5 C°, tyúk 40 C°, saskeselyű 41 C°, papagály 41·1 C°, veréb 41·9 C°, galamb 42 C°, kacska 42·5 C°, pulyka 42·7 C°, ölyv 43·2 C°, fecske 44·03 C°). Az emlősállatok sorában az ember hőmérséklete 37·1 C° (napi ingadozás: 36·7—37·5 C°, vagyis 0·8 C°). A házi állatok hőmérséklete magasabb az emberénél; a lóé 38·3 C°, a szarvasmarháé 38·5 C°, a juhé 38—40·5 C°, a sertésé 38·5—40 C°, a kutyáé 37—39 C°. Általános szabály az is, hogy a kistermetű emlősök hőmérséklete rendszerint magasabb mint a nagytermetűeké; az egér hőmérséklete pl. 41·1 C°.

Nagyon érdekes a változó hőmérsékletű állatok viselkedése nagy hidegnél. Számosan észlelték már azt, hogy férgek, rovarok, sőt alacsonyabb rendű gerinces állatok is, mint pl. halak, békák, teljesen kőkeményre fagyhatnak, anélkül hogy elpusztulnának, amennyiben ha fokozatosan melegebb és melegebb helyre hozzuk őket, lassankint magukhoz térnek, és ismét úgy élnek, mint azelőtt. Ezt a csodás jelenséget, melyet újabban különösen *Bachmetjew* szófiai fizikus behatóan tanulmányozott, *anabiosisnak* vagy magyarul *újraélésnek* nevezzük. *Bachmetjew* számos rovarra nézve meg is állapította azt a hőmérsékletet, melyen túl a megfagyott állat többé életre nem kelthető. Ezt a hőmérsékletet *Bachmetjew* nyomán kritikus pontnak nevezzük. A kritikus pont persze minden állatnál más és más, sőt még egyazon állatnál is függ a táplálkozás módjától és a testben felhalmozott tartalékanyagok mennyiségétől. Éhező állatoknál nagyon alacsony a kritikus pont. A kritikus pont lényege különben legjobban érthető meg akkor, ha egy adott példán vizsgáljuk meg a hideg hatását. Ha egy lepkét (pl. az éjjeli pávaszemet) —20 C°-ra lehűtött szekrénybe teszünk, akkor hőmérséklete lassan lehűlve 0°-ot ér el, de itt nem állapodik meg, hanem még tovább hűl, anélkül hogy megfagyna. Tíz fok hidegnél azonban állatunk hőmérséklete hirtelen —1·5°-ra szökik fel, vagyis arra a hőmérsékletre, melynél lepkénk nedvei megfagyni kezdenek. Ezután lepkénk hőmérséklete lassan ismét kisebbedik és —4·5°-nál nedvei teljesen megfagynak, úgy hogy az állat kőkeményre fagy, de fokozatos melegítéssel

újából életre hozható, vagyis lepkénk a megfagyás dacára sem szűnt meg élni. Lappangó élete azonban csak addig tart, míg hőmérséklete újból el nem érte a -10° hideget; mihelyest az állat ezt elérte, lappangó életét örökre és véglegesen kioltja a halál. Példánkban a -10°C^0 a kritikus pont. Az alsóbbrendű állatoknál a lappangó élet a fagyás kezdetétől a kritikus pontig tart. A rovaroknál a kritikus pont általában -1.7°C^0 és -13.1°C^0 között ingadozik.

3. Lélekzőszervek.

Tudjuk, hogy az életjelenségekkel kapcsolatos kémiai folyamatokhoz és a sejtek életének fenntartásához az összes állatoknak oxigénre van szüksége,

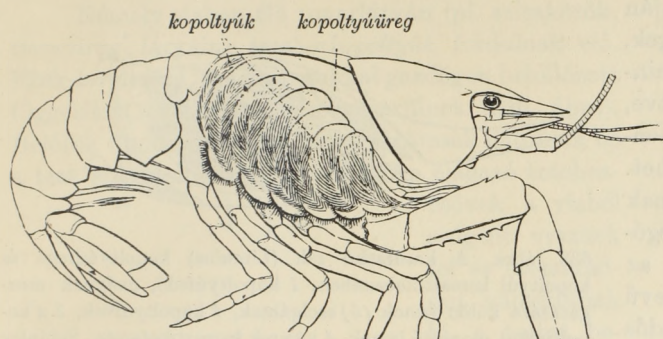


630. ábra. A hal kopolytyújának egy lemeze. *a* az átmetszett kopolytyúív, *b* a kopolytyúlemez hajszálerekkel, *c* a széndioxiddal terhelt vért a kopolytyúba szállító ér, mely a kopolytyúlemezben hajszálhálózatot alkot, utóbbiból minden kopolytyúlemezben jobb-és balról egy-egy gyűjtőér (*b*) ered, melyek az oxigénes vért a testbe vivő nagy érbe (*d*) szállítják.

továbbá azt is tudjuk már, hogy az egysejtű szervezetek ezt az oxigént a táplálóanyagokkal együttesen testük egész felszínével egyenesen a környezetből veszik fel. A kistermetű, alsóbbrendű, soksejtű állatok szintén testük egész felületével veszik fel az oxigént, de már ezek is különböző függelékekkel igyekeznek testük felületét nagyítani. A többi soksejtű állatok, a testüket alkotó sejtek számának nagyobbodásával egyenes arányban, testüknek mindinkább kisebb és kisebb részével érintkezhetnek az oxigént tartalmazó környezettel, ezért bennük hovatovább különleges lélekzőszervek fejlődtek ki, melyek azonban csupán arra vannak hivatva, hogy az oxigéntartalmú vizet vagy levegőt áramlásban tartsák vagy egyszerre nagyobb mennyiségben felvegyék és időnkint megújítsák. Az oxigént a lélekzőszervekben a vér veszi fel és szállítja azután a testnek minden egyes részébe, itt átadja a szöveti elemeknek, a sejteknek, s helyette felveszi a széndioxidot, melyet ismét a lélekzőszervekbe visz, s azt a lélekzőszerv felületével érintkező víznek vagy levegőnek adja át. A soksejtű állatoknál tehát különbséget kell tennünk *külső* és *belső lélekzés* között. Belső lélekzésen azt a sejtek belsejében lefolyó oxidálási folyamatot értjük, melynek eredményeként a sejt szerves anyagának egy része a légköri oxigén hatására a gőzgép szénjéhez hasonlóan elég, mely alkalommal a szerves anyagban megkötött energia felszabadul. Ellenben külső lélekzésen csupán a lélekzőszervek működését értjük, mely arra szorítkozik, hogy a lélekzőszervben levő vér a lélekzőszerv falán keresztül oxigént vesz fel és széndioxidot ürít ki.

Természetesen a külső lélekzésre a különböző állatoknál a legkülönbözőbb szerveket találjuk, s ezen nem is csodálkozhatunk, amennyiben könnyen beláthatjuk, hogy a szárazföldi állatoknak, melyeknek az oxigén nem vízben elnyelt alakban, hanem gázállapotban áll rendelkezésére és melyeknek a széndioxidot is gázalakban kell kiválasztaniuk, az oxigént tartalmazó levegő felvételére, mozgatására és megújítására egészen

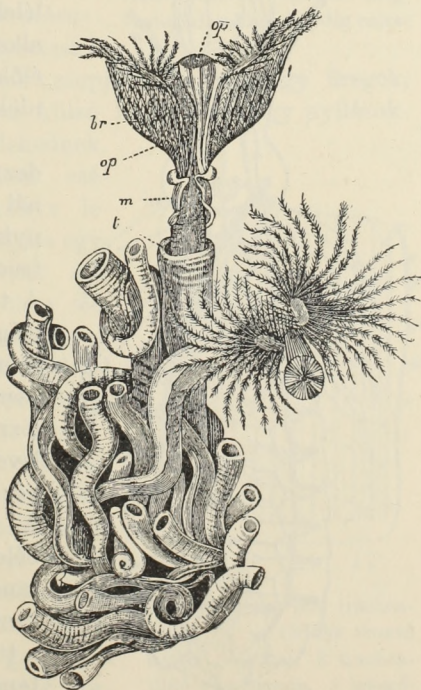
más berendezésű szervekre van szükségük, mint azoknak az állatoknak, melyek a vízben elnyelt oxigénből fedezik oxigénszükségletüket. Az oxigénnek és széndioxidnak szabad gázalakban való felvételére, illetve kiválasztására szolgálnak a *tracheák* és a *tüdők*, a vízben elnyelt oxigénnek és széndioxidnak ilyenmő felvételére, illetve kiválasztására pedig a *kopoltyúk* vannak hivatva. E három lélekszervféleség között átmenetet alkot-



631. ábra. A folyami rák kopoltyúi. Hatschek rajza.

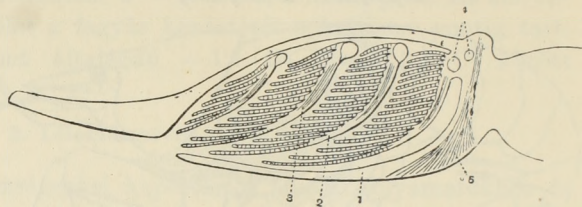
nak a szitakötő lárváinál előforduló *trachea-kopoltyúk* és a pókoknál található *trachea-tüdők*.

A gerinctelen állatok körében legelterjedtebb lélekszerv a kopoltyú, de a gerinces állatoknál is előfordul, pl. a halaknál (630. ábra). A kopoltyúk csak vízi állatoknál fordulnak elő, s a vérben és vízben elnyelt gázok gázcseréjének közvetítésére vannak hivatva. Alapjában véve rendszeren sokszorososan, gazdagon elágazó bőrfüggelékek, melyek abban térnek el a tüdőtől, hogy belsejükbe sohasem hatol be az oxigént tartalmazó víz, ellenben a tüdőbe behatol a levegő és a tüdő belső üregében megy végbe a gázcsere. A kopoltyúk rendszeren olyan helyeken foglalnak helyet, melyek leginkább érintkeznek friss vízzel és állandó mozgásban vannak, pl. a rákok lábatővén (631. ábra), a csőlakó férgek mellső szabad végén (632. ábra). Vagy szabadon, a test felületén találjuk őket, vagy pedig különleges, sokszor elzárható üregben (kopoltyúüregek) fekszenek (633. ábra), melyben a víz áramló mozgásban van. A víz mozgatásáról különleges izmok (633. ábra) vagy pedig külön szervek gondoskodnak; így pl. a kagylóknál csillangók, a rákoknál az egyik szájrész (2-ik maxilla) különös lapátalakú nyújtványa (scaphognathit), mely a vizet a kopoltyúüregből kilapátolja s helyét újabb víz foglalja el.

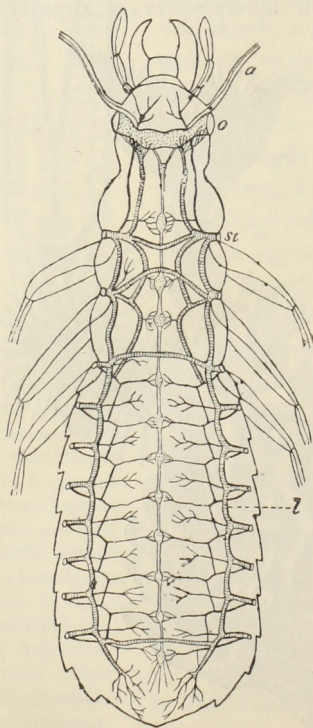


632. ábra. Csőlakó féreg (*Serpula vermicularis*). *br* kopoltyúk, *t* a féreg készített cső, *op* szilárd lemezke (operculum), mellyel az állat a csőbe (*t*) való visszahúzódkor a cső nyílását elzárja. Cuvier rajza.

Az olyan kopoltyúkat, melyek másodlagosan teljesen a légi lélekzéshez alkalmazkodtak, *kopoltyútüdőknek* nevezzük. Ezek a környező levegővel nyílások vagy csövek útján összefüggő tágas üregek, melyekben a levegő mindig vízgőzzel van telítve, úgy hogy a gázcseré bennük könnyen végbemehet. Oly állatokon fordulnak elő, melyek nedves levegőben élnek; ilyenek pl. az ászkák, a *Birgus latro* nevű szárazföldi rák. A tüdőscsigáknál is a kopoltyú teljesen a tüdő egyfésélgévé módosult; náluk a kopoltyúk teljesen eltűntek a kopoltyúüregből, de helyettük a kopoltyúüregnek fala sűrű recézettű véreerekkel behálózott bőrrel van bélelve, mely a lélekzés szolgálatában áll. A tüdőscsigák annyira alkalmazkodtak a légi lélekzéshez, hogy a vízben élőknél is időről időre a víz felületére kell jönniök, hogy friss levegőt vegyenek fel.



633. ábra. A kardfarkú rák (*Limulus*) kopoltyúürege és kopoltyúi keresztmetszetben. 1 kopoltyúfedő, melynek mozgására külön izmok (5) szolgálnak, 2 kopoltyúívek, 3 a kopoltyúkat mozgató izmok, 4 véreerek keresztmetszete. Shipley rajza.

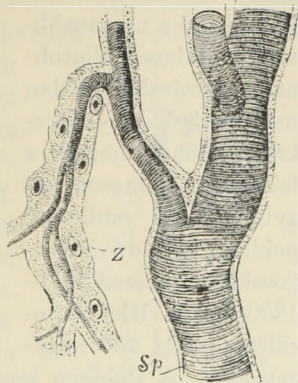


634. ábra. Egy rovar trachea-rendszerének főbb ágai. *a* csáp, *o* szem, *st* stigma, *l* oldali fő tracheatörzs; azonkívül még a középvonalban a középponti idegrendszer is jelezve van. Kolbe rajza.

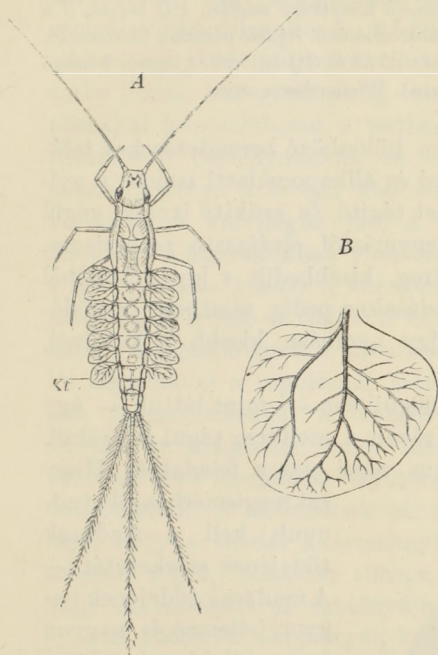
A levegővel való lélekzésre vannak berendezve a *tracheák*, melyek a rovaroknál, pókoknál és százlábúaknál fordulnak elő s melyek annyira jellemzők rájuk, hogy ezeket az állatokat tracheás állatok neve alatt szokás összefoglalni. A tracheák az egész testben rendkívül finoman elágazó csövek, melyek a test felületén egy nyílással (*stigma*) kezdődnek s finom ágaikkal az összes szerveknek minden legkisebb részét behálózzák (634. és 635. ábra). Ezért a bennük levő levegő a szöveti elemekkel közvetlenül, azaz a vér közvetítése nélkül léphet gázcseré-viszonyba. A tracheák egyes csövei hámsejtekkel vannak bélelve, melyek erős, chitinből álló hártát választanak ki. Ennek a hártának spirálisan lefutó vastagodási lécei eredményezik azután azt, hogy a tracheák, anélkül hogy hajlékonyságukat elvesztenék, az állat helyváltoztatása, összezsugorodása stb. alkalmával nem nyomódnak össze, szóval azokhoz a gummicövekhez hasonlítanak, melyeket a beléjük helyezett drótspirális megvédi az összenyomástól, de hajlékonyságukat nem veszélyeztet (635. ábra). A tracheákban foglalt

levegőnek megújítását a test izmainak összehúzódása jelentékenyen elősegíti ugyan, azonban a levegő megújításának ez a módja rendesen nagyon tökéletlen, s ezért a légcsere javarészt diffúzió útján megy végbe.

Némely vízben élő rovarlárván (pl. szitakötők, tiszavirág lárváin) *tracheakopolttyúk* fordulnak elő. Ezek levélszerű, tracheaágakkal gazdagon behálózott függelékek, melyek a vízbe merülnek (636. ábra). Belőlük finom elágazású trachea-törzsek hatolnak be a test szöveteibe. A függelékekben elágazó trachea-



635. ábra. Egy rovar tracheájának részlete nagyítva. Z a trachea hámrétege, Sp a tracheahám által elválasztott chitin trachea-csővek, spirális megvastagodásokkal. Leydig rajza.



636. ábra. A tiszavirág (*Ephemera*) lárvájának trachea-kopolttyúi. A 20-szoros nagyításnál; Kt trachea-kopolttyúk (összesen 7 pár). B egy trachea-kopolttyú erősen nagyítva. Claus rajza.

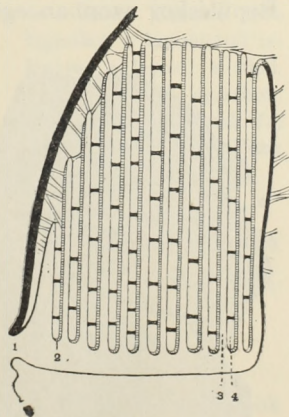
a *tüdő*. Legegyszerűbb alakjában két részre ágazó, vékonyfalú, rugalmas zsákocskaszerű, mely a bélcső mellső részének kitüremléséből fejlődött, s ezért azzal összefüggésben áll (638. és 639. ábra). Falában gazdagon vérerek ágaznak el, s benne hajszálerhálózatot formálnak, mely egy vagy több gyűjtőérbe megy át; ezek a gyűjtőerek, miután a hajszálerhálózatban levő vér a finom falakon keresztül a tüdőben levő levegővel diffúziós folyamatba lépett, s átadta a széndioxi-

csövek a vízből oxigént vesznek fel és széndioxidot választanak ki, a testet behálózó csövekben pedig az elmentés folyamata játszódik le. A pókoknál a tracheákat *trachea-tüdők* helyettesítik.

Ezek alapján véve nagy üregek, melyek a külső levegővel nagy nyílásokkal közlekednek.

Belsejükben számos, a könyv levelei módjára egymás mellett álló vékony, üres lemezke van, melyek nagy felületükkel a gázcserét közvetítik (637. ábra).

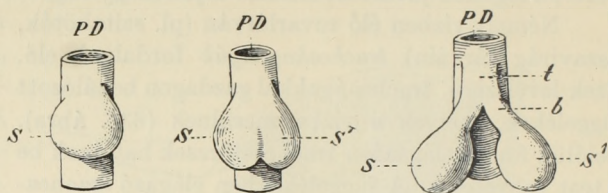
A gerinces állatoknál legelterjedtebb lélekzőszerv



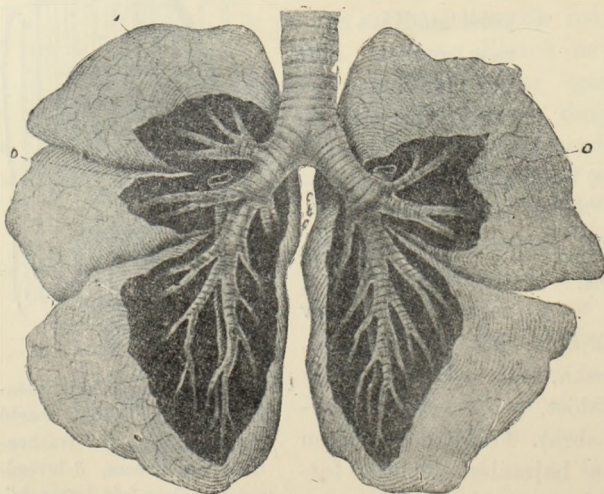
637. ábra. Egy pók trachea-tüdejének részlete. 1 a tüdőbe vezető nyílás (stigma), 2 trachea-tüdő egy lemeze, 3 levegővel telt üreg két lemez között, 4 a trachea-tüdő egyik lemezének belső ürege, melyben vér kering. Mac Leod rajza.

dot és felvette az oxigént, ismét a szívbe vezetik a vért. Természetesen a gázcsere intenzitása fokozódik a vér és levegő érintkezési felületének nagytáása által. Ennek céljából a tüdő a magasabbrendű gerinces állatoknál megszámlálhatatlan mennyiségű hólyagocskára különül, melyek a felületet tetemesen nagyítják. Az embernél például a tüdő hólyagocskáinak száma 1700–1800 millió, lélekző területe pedig 200 négyzetméter. A tüdőben levő levegő megújítására különböző berendezéseket találunk. A békáknál erre a célra szolgálnak a hasi és állkapocsalatti izmok, a gyíkoknál a nyakizmok, a madaraknál a mellkast tágító és szűkítő izmok, végül az emlősállatoknál a zsiger és mellüregget egymástól elválasztó rekeszizom, melynek megernyedése alkalmával a mellüreg kisebbedik s így a tüdőből kiszorul a levegő legnagyobb része, összehúzódásakor pedig, minthogy a tüdőben levő visszamaradt levegő kiterjed s így nyomása kisebb a külsőnél, kívülről friss levegő tódul a tüdőbe.

A madaraknál a tüdőben levő levegő megújítása — mint láttuk — úgy történik, hogy a mellkas ritmikus mozgásai révén a mellüreg tágul és szűkül. Repüléskor azonban egészen más mechanizmus végzi ezt a feladatot. Hogy ezt megismerhessük, tudnunk kell a madarak tüdejének szerkezetét. — A madarak tüdejének nagyon jellemző és nagyon fontos tulajdonsága, hogy a hörgők nem mindnyájan végződnek a tüdő állományában. A két tüdőfél hasoldalán öt nyílást találunk, melyen keresztül öt hörgőág elhagyja a tüdőt. Ezek a hörgőágak a tüdőn kívül a madár testében számtalan vékonyfalú, néha rendkívül dúsan elágazó zacskókat, úgynevezett légzsákokat képeznek, s ezek nemcsak a zsigererek közé furakod-



638. ábra. A gerinces állatok tüdejének fejlődése vázlatosan a fejlődésnek három egymásra következő szakán. *PD* bélső, *S* a bélső mellső részének kitüremléséből fejlődő páratlan tüdőzacskó, melyből később páros zacskó (*S* és *S'*) fejlődik. *t* légcső, *b* hörgő (bronchus). Wiedersheim rajza.

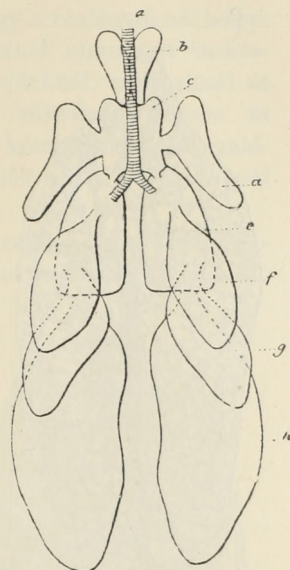


639. ábra. Az ember tüdye a hasoldalról tekintve. Fala részben el van távolítva, hogy a hörgők (*a*, *b* és *c*) elágazása látható legyen. A hörgők gazdagon elágaznak és tüdőhólyagocskákban (alveolus) végződnek. Fleischmann rajza.

ezt megismerhessük, tudnunk kell a madarak tüdejének szerkezetét. — A madarak tüdejének nagyon jellemző és nagyon fontos tulajdonsága, hogy a hörgők nem mindnyájan végződnek a tüdő állományában. A két tüdőfél hasoldalán öt nyílást találunk, melyen keresztül öt hörgőág elhagyja a tüdőt. Ezek a hörgőágak a tüdőn kívül a madár testében számtalan vékonyfalú, néha rendkívül dúsan elágazó zacskókat, úgynevezett légzsákokat képeznek, s ezek nemcsak a zsigererek közé furakod-

nak be, hanem az izmokba és csontokba is behatolnak; némely madárnál a mellső végtag ujjának legvégső részeiben is megtalálhatjuk a légzsák-rendszernek egyik nyúlványát. A légzsákok élettani szerepére vonatkozólag sokáig azt gondolták a bűvárok, hogy a tüdő lélekzőfelületének nagyobbítására és a test súlyának csökkentésére valók. Azonban egyik feltevésük sem bizonyult valónak, mert kiderült, hogy egyrészt a légzsákok okozta súlycsökkenés nagyon csekély, másrészt a légzsákok nem növelhetik a lélekzőfelületet, mert falukban nagyon kevés vérér ágazik el. Ma tudjuk, hogy a légzsákok a repülésnél a lélekzés szolgáltatában állanak. A madár repülése alkalmával lélekző mozgásait megszünteti, mellkasát állandó helyzetbe hozza, szárnyait pedig mozgatja. A szárnycsapásokkal kapcsolatosan a testben levő légzsákok fala ritmikusan összenyomódik és megernyed, úgy hogy az első esetben a levegő kiszorul belőlük és a tüdőn keresztül a külvilágba jut, a másik esetben pedig, minthogy a légzsákokban visszamaradó levegő kiterjed s így nyomása kisebb a környezet levegőjének nyomásától, a levegő a tüdőkön keresztül a légzsákokba hatol. A légzsákoknak a hivatása tehát az, hogy repülés alkalmával a repülésnél szereplő izmok munkájának felhasználásával a levegőt felváltva magukba szívják és magukból ismét kiszorítsák, s ezáltal a tüdőben levő levegőnek folytonos megújulásáról gondoskodjanak. A lélekzésnek ez a módja magyarázza meg, hogy a madár akármennyi ideig s akármilyen sebesen röpi, sohasem »liheg«, mint pl. magunk, vagy az emlősállatok mindnyáján.

A tüdő és a kopoltyúk között köztes állást foglal el a tengeri ugorkák *vízitüdeje*. Ez a bélső végső részével összefüggő, vakon végződő oldalágakkal megrakott zacskó, melynek külseje vérerekkel van behálózva, belsejét pedig időnkint megújuló víz tölti meg.



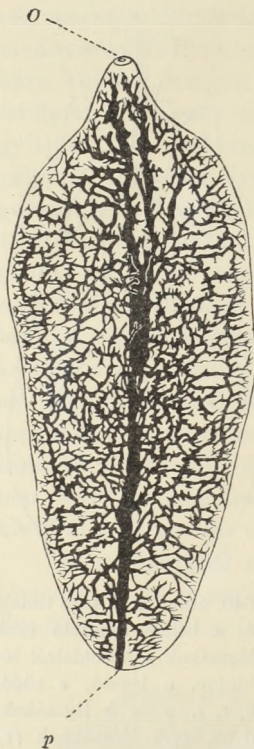
640. ábra. A galamb tüdeje és a belőle kiinduló főbb légzsákok a hasoldaltól tekintve. *a* légcső, *e* tüdő, *b*, *c*, *f*, *g* és *h* légzsákok, *d* az egyik légzsáknak (*c*) oldalkarélya. Vogt - Yung rajza.

4. Kiválasztó-szervek.

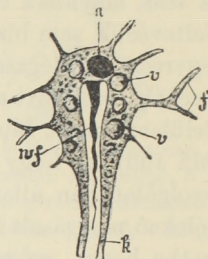
Az élettani vizsgálatok egyértelműen beigazolták, hogy az összes állatok élő sejtjeiben és szöveteiben az életjelenségek a sejtek protoplazmájában végbe-menő égési folyamatokon alapszanak. A protoplazma egy része széjjelesik, majd újra képződik, s ennek a kettős folyamatnak folytonos ismétlődésén és szerves kapcsolatán alapszanak az összes bonyolult életnyilvánulások. Ezért teljesen magunkévá tehetjük *Claude Bernard*nak először képtelenségnek látszó mondását:

»Az élet halál!« Valóban halál az élet, még pedig a protoplazma részeinek halála.

Régen általában azt hitték, hogy az állatélet alapját tevő égési, vagyis oxidációs folyamatok az állati nedvekben mennek végbe, ma azonban *Pflüger* és tanítványainak vizsgálódásaiból tudjuk, hogy ezek a folyamatok mindenütt a sejtek protoplazmájához vannak kötve. Minthogy a sejtekből sikerült oly



641. ábra. A májmétely (*Distonum hepaticum*) kiválasztószervének főbb törzsei. *o* mellső szívókorong, *p* a kiválasztószerv kivezető nyílása. Hatschek rajza.



642. ábra. Egy örvényzöféreg (*Turbellaria*) kiválasztószervének kezdő sejtje. *n* sejtmag, *v* váladékkal telt vakuolák, *f* sejtnyúlványok, *wf* csillagó, *k* a kiválasztószerv csöves részének kezdete. Lang rajza.

anyagokat kivonni, amelyek a sejtek protoplazmájának rendes körülmények között, a légkör oxigénjének hatására, nehezen vagy egyáltalában nem oxidálódó anyagait oxidálják, és minthogy ezzel az élettelen kivonattal életjelenségekhez hasonló oxidációkat sikerült létrehozni, a bűvárok legtöbbje ma azt tanítja, hogy az életjelenségeket tápláló oxidációkat a sejtek protoplazmájában mindig jelenlevő különleges anyagok, úgynevezett oxidázok indítják meg. Ezek a vér által az egyes sejtekhez szállított oxigént aktiválják,* s ez az aktivált oxigén azután egyesül a protoplazma vegyületeinek egy részével, mely alkalommal az ezen vegyületekhez kötött vegyi erő felszabadul és meleggé, továbbá életjelenségeket előidéző energiává alakul át. Persze ezen folyamatokkal kapcsolatban különböző veszedelmes égési termékek keletkeznek, melyeket a szervezetnek testéből ki kell küszöbölnie. Erre vannak hivatva a kiválasztószervek.

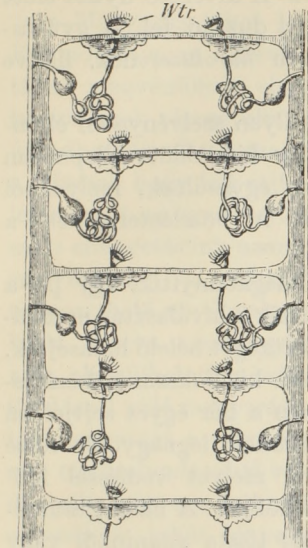
Az állati testben végbemenő égési folyamatok elsősorban a sejtek protoplazmájának három legfontosabb és leglényegesebb alkotórészét, nevezetesen a fehérjéket, zsírokat és szénhidrátokat érik. A zsírok és szénhidrátok végeredményében ugyanúgy égnek el a szervezetben, mint az oxigén jelenlétében az élő testen kívül, vagyis a zsírokból és szénhidrátokból széndioxid és víz fejlődik. A fehérjéket azonban az állati test nem tudja teljesen elégetni. Ha fehérjéket a testen kívül elégetünk, akkor belőlük végtermékként széndioxid, víz és nitrogén

* A légköri ú. n. közömbös oxigén molekulái két atom oxigénből állnak; eme két atom különválását, széthasítását nevezzük az élettanban aktiválásnak. Az olyan testeket, melyeket a közömbös oxigén közönséges hőmérséken oxidál, *autoxydabilis*-oknak; az oxidációt pedig közvetlennek vagy autoxidációnak nevezzük, ezzel ellentétben a közömbös oxigénnel szemben csaknem hatástalan testeket (ilyenek a sejtet felépítő fehérjék, szénhidrátok és zsírok) *dysoxydabilis* testeknek nevezzük. A *dysoxydabilis* testeket csupán az aktivált oxigén tudja oxidálni és ezt az oxidációt közvetett vagy másodlagos oxidációnak mondjuk.

fejlődik, ellenben az állati testben az égés nem halad az égés ezen fokáig, hanem alsóbb fokon megáll. A fehérjék ugyanis az állati testben egy nitrogént tartalmazó és egy nitrogén nélküli részre hasadnak; az utóbbi részből égés alkalmával széndioxid és víz fejlődik, ellenben a nitrogéntartalmú részből a külön-

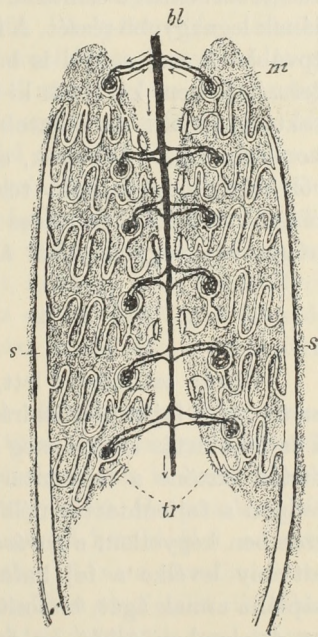
böző szervezetek szerint különböző alsóbbfokú égéstermékek keletkeznek. Így a véglényeknél húgysav, a tömlősöknél és férgeknek guanin, a tüskésbőrűeknél, csigáknál, lábasfejűeknél, rovaroknál és százlábúaknál húgysav, a rákoknál guanin és carcinursav, a halaknál, kételtűeknél és emlősöknél húganyag, a hüllőknél és madaraknál húgysav.

A szervezetekben végbemenő égésnek bomlástermékei közül a széndioxidot és a vizet mindenütt a lélekzőszervek (bőr, kopolyú, tüdő, trachea) választják ki, ellenben a nitrogéntartalmú égéstermékek eltávolítására az alsóbbrendű szervezetektől, a véglényektől, tömlősöktől és a férgek egy részétől eltekintve, melyeknél ugyanolyan berendezések szolgálnak e célra, mint a széndioxid és a víz eltávolítására, külön mi-
 rigyes szervek, úgy-



643. ábra. A gyűrűsférgek kiválasztó-szervei vázlatosan. Semper rajza. *Wtr* csillós tölsér, mely a kiválasztó-szerv csőves részébe vezet; ez utóbbinak alsó része kiszélesedik és húghólyagot formál, melynek kivezető csőve azután a szabadba nyílik. Semper rajza.]

nevezett *kiválasztószervek* vannak hivatva. Legegyszerűbb alakjuk a testüreg nélküli férgeknek fordul elő. Vérerek módjára gazdagon elágazó csőhálózatot formálnak a testben, melynek finom ágai az egész testet keresztül-kasul járják (641. ábra). Az ágak kezdetein mindenütt erősen mozgó csillókkal ellátott sejtet találunk, melynek csillói a kiválasztó-szervbe jutott folyadékot állandó mozgásban tartják (642. ábra). A kisebb ágak nagyobb ágakká egyesülnek, végül az egész csőrendszer egy nyíláson (641. ábra, *p*) keresztül a külvilággal közlekedik, melyen át a test izmainak összehúzódása révén az egész csőrendszerből a bomlástermékek kikerülnek a testből. A testüre-



644. ábra. Az alsóbbrendű gerinces-állatok veséjének szerkezete vázlatosan. *bl* vese-vérér, mely a vesében gomolyt, az úgynevezett Malpighi-féle testet (*m*) alkotja; *tr* a vesecsővek csillós kezdete, mely a gyűrűsférgek csillós-tölsérjével (lásd a 643. ábrát) teljesen egyértékű; *s* vesevezeték, mely a vesecsővek által a vérből kiválasztott bomlástermékeket a húghólyagba szállítja.

ges magasabbrendű férgekknél, pl. a gyűrűsférgekknél, a kiválasztószervek szintén kiválasztó hámsejtekkel bélelt, többszörös hurkokat alkotó csövek, melyek szelvényenként ismétlődnek. Minden szelvényben egy pár ilyen kiválasztócső fordul elő (643. ábra). A cső a testüregben kis csillós tölcserkével (643. ábra, *Wtr*) veszi kezdetét és a test hasoldalán nyílik a szabadba. A kivezető nyílás előtt rendszeren nagyobb tágulattá, úgynevezett húgyhólyaggá duzzad fel. A gyűrűsférgek kiválasztószervét alakja, illetve elrendezése után *hurokszervnek*, illetve *szelvény szervnek* is nevezik.

A gerinces-állatok kiválasztószervei is eredetileg ilyen szelvényesen elrendezett hurokszervekből állanak (644. ábra), csak hogy kifejlődött állapotban két nagy mirigyes szervben, az úgynevezett vesékben egyesülnek, melyekből külön vezetékeken (húgyvezeték) keresztül jutnak a bomlástermékek a szabadba.

A kiválasztószervek munkáját más szervek is megkönnyítik. Így pl. a tüskésbőrűeknek a színtelen vérsejtek és a bél sejtjei végzik a kiválasztás munkájának legnagyobb részét. A férgekknél és őshalaknál a testüregt bélelő hámsejtek, továbbá a máj sejtjei is bomlástermékeket választanak ki. Sokszor a bomlástermékek nem kerülnek ki mindjárt a szabadba, hanem a bőr egyes sejtjeiben raktározódnak. Az állatok bőrében levő festőanyagoknak legnagyobb része bomlástermék. A rákok, százlábúak és rovarok bőre, melyet vedléssel időről időre megújítanak, tele van húgysavas származékokkal. A halak, csúszómászók és kételtűek színes anyagaikról is kiderült, hogy tiszta guaninból vagy húgysavas vegyületekből állanak.

B) Fajfenntartó szervek.

Szinte szállóigévé lett, hogy az összes állatok életét két hatalmas ösztön: az ön- és a fajfenntartás irányítja. Pedig alapjában az állat életének útjait csak a fajfenntartás szabja meg szigorúan és megváltozhatatlan módon. Az önfenntartás ösztöne a fajfenntartás ösztönének van alárendelve, s az önfenntartás csupán a fajfenntartás nélkülözhetetlen eszköze, ezért a természet az egyeddel szemben kegyetlen, s rovására csupán a fajt dédelgeti. Az egyes egyed csupán hitvány levélke a faj hatalmas fáján, mely pillanatnyi létének működésével táplálja annak ágát, biztosítja továbbnövekedését és folytonos fejlődését. Ebben az értelemben tehát az önfenntartó szervek is fajfenntartók. *Fajfenntartószervek* neve alatt azonban gyakorlati célokból mégis csupán azokat a szerveket szokás összefoglalni, melyek csirasejtek termelése révén a faj fennmaradását és elszaporodását teszik lehetővé.

A csirasejtek már a legalsóbb rendű állatokon is kétféleké, nevezetesen hím- és női csirasejtek. A csirasejteknek ezt a különbözőségét is a soksejtűség és a faj érdekeinek biztosítása hozta magával. A szaporodáshoz magához korántsem szükséges a csirasejteknek ez az ellentétessége.

A szaporodás tudvalevőleg nem egyéb, mint fokozott növekedés. Könnyen elképzelhető, hogy ha kellő mennyiségű és minőségű táplálék áll a szervezet, pl. egy véglény rendelkezésére, akkor ez a növekedés és ezzel kapcsolatosan az

osztódás végnélküli lehet. Ámde már a véglények sorában is azt látjuk, hogy a növekedés és az osztódás szakát *egybekelés* (conjugatio) váltja fel, mely alkalommal két egyén egymással összeolvad és mindkettő megújhódik. Itt önkéntelenül az a kérdés tolul homloktérbe, mi lehet ennek az egybekelésnek a jelentősége?

Magyarázatakor legtöbbször a megifjodás gondolatát halljuk emlegetni. E gondolat azon a felvételen alapszik, hogy a sejtek az osztódás hosszú sorozatában megvényülnek, elaggnak, és — a testünket alkotó sejtekhez hasonlóan — kénytelenek elpusztulni, ha egy másik megfelelő sejtrel összeolvadva meg nem újhódhatnak. Ez a magyarázat azonban nem lehet általános érvényű. Már az a felvétel, hogy két sejt egyesülése az életenergiára nézve olyasvalamit hozhat létre, amit az egyes sejtek nem érhetnek el, fölötte gondolkodóba ejt. Legsúlyosabb ellenvetésünk azonban e magyarázattal szemben az, hogy ismerünk olyan szervezeteket (pl. élősködő férgeket, földalatti gumóval és hagymával továbbtermeszthető növényeket), melyek úgyszólván határ nélkül szaporodnak egybekelés, illetve ezzel egyértékű termékenyítés nélkül. A párosodás eszerint nem elkerülhetetlen szükségyszerűség az állati élet fennállására, s ezzel a megifjodással való magyarázat elesik, és csak az a felvétel marad hátra, hogy a fejlődő szervezet a párosodásban az egyéni sajátságok egybekapcsolásából, a két sejt egybeolvadásából valami hasznot húz. Minden jel arra vall, hogy a párosodás célja két, egy fajhoz tartozó lény egyéni sajátságainak új szervezetben való egyesülése, tehát lényege csakugyan egyéni sajátságok keverődésében rejlik, miből a fajnak óriási haszna van, minthogy egyrészt a változékonyságot fokozza, másrészt a fajra jellemző bélyegeknél állandósulását, mintegy a faj kikristályozását teszi lehetővé. A soksejtű szervezeteknél is az egyéni sajátságok keverődésének szükségessége, tehát a faj érdekeinek istápolása hozta létre a csirasejtek elkülönülődését.

Ha két egysejtű szervezet sajátságait keverni akarja, egyszerűen össze kell olvadnia. Protoplaszma protoplazmával, sejtmag sejtmaggal keverődik, s mivel mindkettő egy sejtbe olvad össze, sajátságaiknak is kombinálódniok kell. E kombináció azután összes utódaikra áterjedhet. Ha azonban két soksejtű szervezetnek kell egyéni sajátosságait egymással kombinálni, ez már nem olyan egyszerű, mint az egysejtűeknél. Egy ember pl. nem olvadhat össze egy másikkal egy egyénné. Még ha a soksejtű szervezetekben mindenütt sikerülne a növények oltásához hasonlóan két egyén különböző testdarabjait egy egésszé összenövesztetni, akkor sem vezetne ez sohasem az egyéni sajátságoknak igazi keverődésére. Élő szervezetek sajátosságai csak sejt-állapotban keverődhetnek. És ezzel magyarázható meg, hogy az összes felsőbbrendű szervezetekben a keverődés a szaporodáshoz, t. i. ahhoz az állapothoz van kapcsolva, midőn az új egyén úgyszólván még egyetlen egy sejtbe van foglalva, midőn mint csirasejt van meg. E szakon két különböző egyénből származó két csirasejt összeolvadhat egymással és az így előálló sejtől fejlődő szervezetben mind a kétféle egyéni sajátságok keverődése juthat kifejezésre. Az egyéni sajátságok keverődésének biztosítása céljából, a munkamegosztás elve alapján fejlődött ki tehát a hím- és női csirasejtek, továbbá az ezeket létrehozó egyének közti ellentétesség.

A csirasejtek termelésére, vagyis a faj fenntartására szolgáló szervek, az ú. n. *nemiszervek*, két részből állanak, még pedig a csirasejteket termelő ivarmirigyből és a csirasejteknek kivezetésére szolgáló ivarvezetékekből. Az ivarmirigyek, mint nevök mutatja, a mirigyek csoportjába tartoznak, melyek-

nek váladékai a faj fennmaradását biztosító csirasejtek. Ezek a tömlőöknél a bőrben és az ősbél falában keletkeznek, a többi állatoknál pedig jobbra a testüreget kibélelő hámból, az úgynevezett csirahámból (587. ábra) fejlődnek. Ez a csirahám a magasabbrendű állatoknál rendszeren a fejlődés nagyon korai szakán elkülönül a testüreget bélelő többi hám-

sejtektől és különálló mirigyves szervet alkot. A hímszirasejteket termelő mirigyvet herének, gazdáját hímnak, a petéket termelő mirigyvet pedig petefészeknek s gazdáját nősténynek nevezzük. A hímek a nőstényektől rendszeren különböznek, amennyiben a here és a petefészek nemcsak hímszirasejteket és petéket termel, hanem azonkívül bennök más anyagok is fejlődnek, melyeket egyenesen a vérbe juttatnak, s ezen az úton lényeges alakbeli különbségeket, úgynevezett másodlagos ivari különbségeket hoznak létre (645. ábra). Ilyen másodlagos ivari különbségek a hímeknél pl. az oroszlán sörénye, a szarvasok agancsa, a madarak, gyíkok, halak pompás nászruhája, a béka első ujjának nászpárnája, a kakas taraja és sarkantyúja, a szarvasbogár hatalmas állkapcsa, a lepkék szárnyának pompásabb színe,

645. ábra. *Chiasognathus Grantii* hímje (kisebbitve) és nőstényének mellő része.

Darwin rajza.

kecses alkotása, a nőstényeknél az ivadék gondozására és táplálására szolgáló különböző berendezések, pl. emlőöknél az emlők, a rovaroknál a tojó-

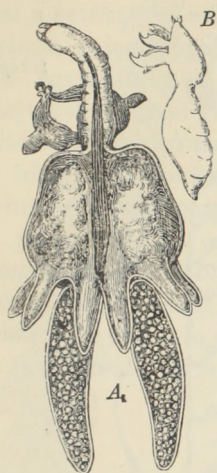


646. ábra. A a *Hibernia defoliaria* szárnyatlan nősténye (♀) és szárnyas hímje (♂)

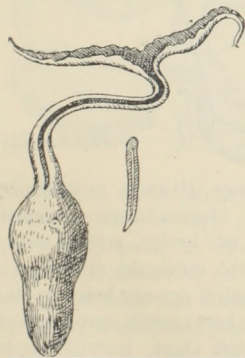
B az *Anisopterix aceraria* szárnyatlan nősténye (♀) és szárnyas hímje (♂).

csövek, az alsóbbrendű rákoknál, kagylóknál, százlábúaknál a különböző költőzacsok stb. A hímek rendszeren mozgékonyabbak, érzékszerveik fejlettebbek mint a nőstényeknél; a nőstények azonban átlag hosszabb életűek. Sok rovarnál a nőstények szárnyatlanok, ellenben a hímek jól fejlett szárnyakkal dicsekszenek (646. ábra). A két nem között rendszeren feltűnő nagyságbeli különbségek is vannak. Olykor a hím nagyobb a nősténynél (pl. számos emlőállat-

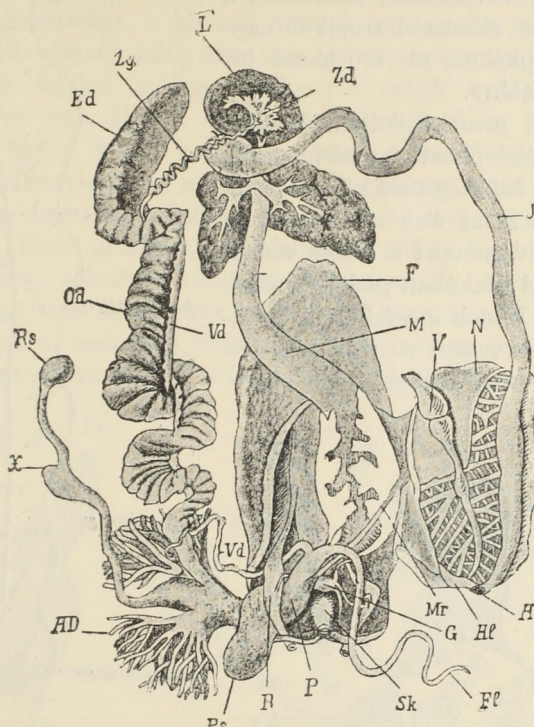
nál, madárnál és rovarnál), máskor pedig (pl. a ragadozó madaraknál, lepkéknél, fonálférgeknél) a nőtény nagyobb a hímnél. Néha a nagyságbeli különbség a két nem között tetemes. A kerekcső-férgeknél és élősködő rákoknál



647. ábra. A *Brachiella impudica* nőténye (A) és törpe hímeje (B). Schmarda rajza.



648. ábra. A *Bonellia viridis* nőténye (balról) és élősködő hímeje (jobbról).

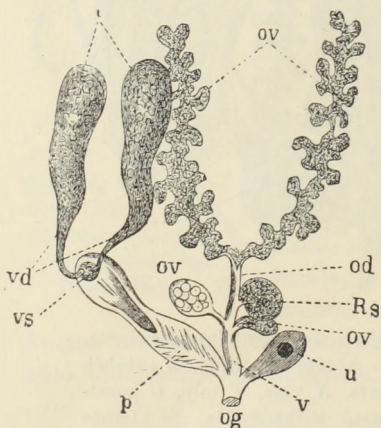


649. ábra. A kerti csiga (*Helix pomatia*) szervezete. *Sk* garat, *M* középbél, *L* középbéli mirigy, *J* utóbél, *A* végbélnyílás, *V* szívkamra, *N* vese, *F* talp, *G* garatfeletti dúc, *Al* tüdőbe vezető lélekzónnyílás, *Zd* hímnős mirigy, melynek vezetéke (*Zg*), miután a fehérjemiriggyel (*Ed*) összeköttetésbe lépett, egy kettős vezetékben folytatódik; ez utóbbinak egyik része (*Od*) a peték, másik része (*Vd*) pedig a hímsírasejtek továbbállítására van hivatva. E két rész (*Od* és *Vd*) alább teljesen elválik egymástól, az előbbi az ondótartóval (*Rs*), az ujjas mirigyekkel (*Ad*) és a szerelemnyílásnak táskájával (*Ps*) lép összeköttetésbe, a másik vezeték (*Vd*) pedig a közösülő szervvel (*P*) és a spermatofoórokot képző ostorral (*Fl*) közlekedik. *Mr* a közösülő szervet visszahúzó izom, *R* a tapogatókat visszahúzó izom.

a hímek és a nőtények között olyan a különbség, mint a törpék és óriások között, azért a hímeket törpe hímeknek is szokás nevezni (647. ábra). A *Bonellia viridis* nevű gyűrűsféreg hímeje (648. ábra) a hozzá képest óriási nőtény petevezetékében élősködik és oly kicsiny, hogy csak nagyítóüveggel látható, ezért régebben a *Bonellia viridis* parazitájának tartották.

A nemek aránya ritkán egyforma, rendszeren a hímek száma nagyobb a nőstényekénél. A halaknál és rovaroknál, különösen a pompás színezetű tropikus napali lepkéknél pl. 100 hímre jut egy nőstény.

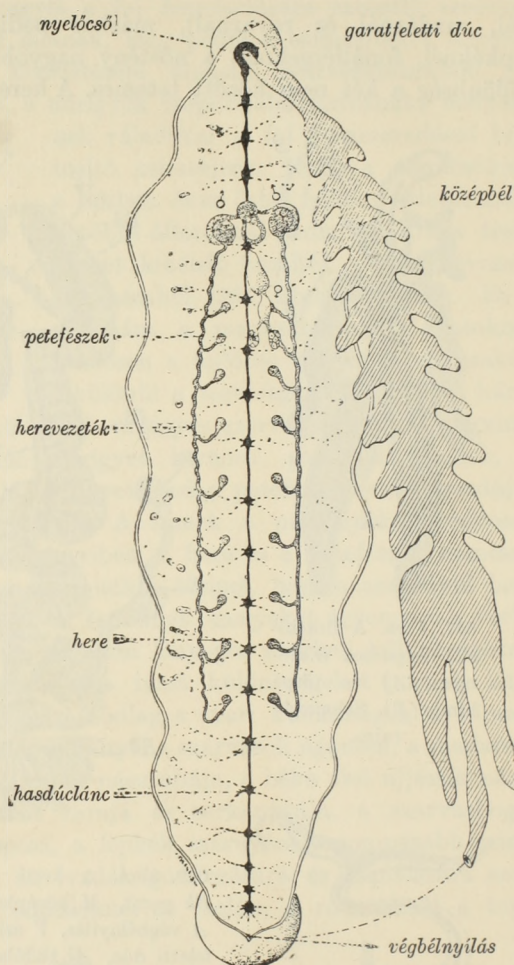
A nemek elkülönülődése a nemi élet okozta munkamegosztásnak szükségszerű következménye. A nemi élet első szakában az aktív szerepet a hímek viszik, későbbi szakában pedig a nőstények. Ennek megfelelőleg a hímek szervezete a nőstények felkereséséhez, azoknak nemi inger-



650. ábra. Egy féreg (*Vortex viridis*) hímnős ivarszerve. *t* here, *vd* herevezeték, *vs* ondóhólyag, *p* közösülős szerv, *ov* (lent) petefészkek, *od* szikvezeték, *Rs* ondótartó, *ov* (fennt) szikmirigyek, *u* méh, *v* hüvely (vagina), *og* ivarnyílás. Schultze rajza.

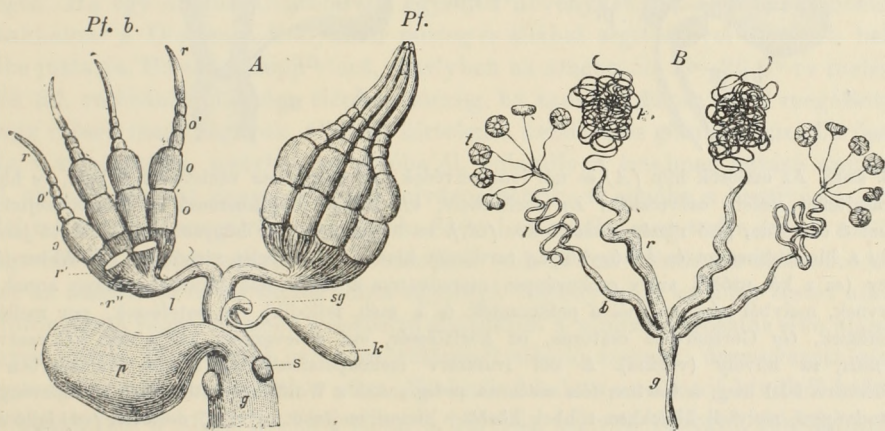
léséhez és a párzás folyamatához alkalmazkodott; innen származik a hímek nagyobb mozgékony-sága, érzékszerveinek nagyobb fejlettsége, élénkebb, tetszetősebb

színe, nagyobb ereje, erősebb és szebb hangja, különböző ölelő, tapadó, kapaszkodó és közösülős szerve. Viszont a nőstények szervezete a peték hordozására és a belőlük fejlődő fiatalok táplálására, megvédésére célszerűen módosult.



651. ábra. Az orvosi póca (*Hirudo medicinalis*) ivarszerve, bélcsöve és idegrendszere. Jammes rajza. A pócának van 9 pár hereje, melyek mindegyikéből egy-egy kivezető csövecske ered; ezek a csövecskék jobbról és balról egy-egy herevezetékben egyesülnek; mindkét herevezeték azután a test mellső részében mellékherét alkot, melyből ismét egy-egy vezeték, úgynevezett kilövelő csatorna ered, s ez a hímsírasejteket a közösülős szervbe juttatja. A petefészkek száma csupán egy pár; ezek mindegyikéből egy-egy petevezeték ered, melyek egyesülve méhet és hüvelyt alkotva, a szabadba szállítják a petéket.

A gerinctelen állatok körében nagyon elterjedt jelenség a *hímnősség* (*hermaphroditaság*). Hímnős állatnak az olyan állatot nevezzük, mely petéket és hímcsirasejteket egyaránt fejleszt. A hímnős állatok egy részénél, pl. a tüdőscsigáknál (kerti csiga) egy mirigy, az úgynevezett hímnős mirigy (649. ábra) létesíti a petéket és a hímcsirasejteket, a hímnős állatok legnagyobb részénél (pl. pióca, galandférgek, földi giliszta stb.) azonban az ivarmirigyek különváltak egymástól; az egyik fajtájú mirigy petéket, a másik pedig hímcsirasejteket termel (650. és 651. ábra). A hímnős állatoknál a termékenyítést vagy ugyanazon egyén végzi, vagyis a hímnős állat saját petéjét saját hímcsirasejtjeivel termékenyíti meg, mint pl. a galandféreg, vagy pedig két hímnős egyén párosodás útján kölcsönösen termékenyíti meg egymást, mint pl. a piócák, csigák, földi giliszták. A hímnősség előbbi fajtát *önálló hímnősségnek*, az utóbbit pedig *kölcsönös hímnősségnek* nevezzük. A legtöbb hímnős állatban azáltal van az öntermékenyítés lehetetlenné téve, hogy a peték és a hímcsirasejtek nem egyidőben érnek meg. Rendesen előbb érnek meg a peték (pl. a szalpáknál), de ismerünk olyan hímnős állatokat is, melyek először hím-



652. ábra. A cserebogár női (A) és hím-ivarszerve (B). Boas rajza. Pf petefészek eredeti, természetes helyzetében; Pf. b. a petefészek petecsövei el vannak egymástól választva, egyesek (r'') pedig le vannak vágva; o és o' a petecsövek egyes kamrái, melyek közül az o-val jelöltek érett-, az o'-el jellettek pedig éretlen petéket tartalmaznak; l petevezeték; sg ondótartó; k, s mellékmirigyek; p pározótáska; g hüvely (vagina). t here; l kivézető járat; b gyűjtőhólyag; k hímciranedvet elválasztó mirigy; r az előbbi mirigynek vezetéke; g kilövellő járat.

csirasejtjeiket fejlesztik ki (pl. némely fonálférgek). Az előbbi esetben tehát a hímnős állatok először mint nőtények és később mint hímek szerepelnek (hímelőző, ú. n. protogyn hímnősség), az utóbbi esetben pedig megfordítva előbb mint hímek és később mint nőtények szerepelnek (nőelőző, ú. n. protandrikus hímnősség). A hímnősség jobbára a gerinctelen állatok sajátja, de gerinces állatoknál, így a halaknál (*Myxene*, *Serranus*, *Pagellus mormirus*, *Chrysophrys*) is előfordul.

— sokszor különös alkotású — ondótokokat (spermatofórokat) választanak ki. A herevezetéseken azonkívül a hímsirasejtek összegyűjtésére alkalmas táglatok, úgynevezett ondótartókat (vesiculae seminales) találunk, melyekből párosodás alkalmával az összegyűjtött hímsirasejtek a nőstény nemi szerveibe kerülnek. Az ivarszervek szerkezetének megvilágítására való a 652. és 653. ábra, mely a rovarok és emlősállatok hím- és női ivarszervének egyes részeit érzékíti.

II. Viszonyossági szervek.

Mindennapos tapasztalat, hogy az összes állatok a külvilággal határozott viszonyban állanak. Az egész állati élet nem egyéb, mint folytonos alkalmazkodás a változó külső viszonyokhoz; azért az egyes állatok élete csak abban az esetben van biztosítva, ha a külvilágban lefolyó jelenségekről, változásokról, továbbá a környezet különböző ingereiről tudomást tudnak szerezni, s azokat megfelelő módon hasznukra tudják fordítani. Nem csodálkozhatunk tehát azon, hogy már a legegyszerűbb szervezetű véglényekben is megvannak ezek a tehetségek. Ha egy améba közelébe kis egysejtű növénykét, pl. *Diatomeát* hozunk, csakhamar a *Diatomea* irányában mozog és állábai segítségével testének belsejébe juttatja. Ha azt a csepp vizet, amelyben az améba él, 20—25 C^o-ra melegítjük fel, amébánk feltűnően élénken mozog, ha azonban finom tűvel megérintjük vagy erősen megvilágítjuk, állábait hirtelenül behúzza és gömbbé húzódik össze. Ha a vízcsepphez, melyben az améba él, valamilyen ártalmas hatású anyagot, pl. gyenge sósavat vagy ecetsavat szivárogtatunk, az améba a beszivárgó oldat elől teljes erővel menekülni igyekszik. Szóval az améba meg tudja érezni a külső ingereket, s azokra célszerű változásokkal tud felelni. Mindezen életműködéseket az amébánál és az összes többi egysejtű véglényeknél az állat testét alkotó protoplazma végzi, ellenben a soksejtű állatoknál a munkamegosztás elve alapján egyes sejtek, illetve több sejt tömörüléséből előálló szervek, úgynevezett *viszonyossági szervek* szolgálnak e célra. Ezeknek feladata az állatot kívülről befedni és megvédeni a külső hatások ellen, a külvilág ingereit felfogni, feldolgozni és azokra megfelelő változásokkal felelni, továbbá lehetővé tenni, hogy az állat a felfogott és feldolgozott ingereknek felhasználása, a táplálék megszerzése, a védelem vagy a védekezés céljából megfelelő mozgásokat végezhesen. A viszonyossági szervekhez tartozik tehát: 1. a kültakaró, 2. az érzékszervek, 3. az idegrendszer és 4. a mozgási szervek.

1. Kültakaró.

Főfeladata az állat testét beburkolni. Leglényegesebb része a különböző alakú (lapos, köbös, hengeres), szorosan egymás mellé helyezkedett hámsejtekből álló hám (epidermis), mely az alsóbbrendű soksejtű állatoknál egyrétegű, a gerinceseknél pedig többrétegű. A védelem fokozása céljából szilárd külső vázakat választ el. Így a korallféléknél a hám termeli a változatos alakú, kőkemény vázakat, továbbá az ízeltlábúaknál (rovarok, rákok) a chitinpáncélt, a kagylóknál és csigáknál a conchiolinból és mészsókból álló kőkemény héjat, a

zsákállatoknál a cellulózét tartalmazó köpenyt. A gerinces állatoknál a hám elszarusodott sejtjeiből különböző védelmi eszközök fejlődnek. Ilyenek a karmok, körmök, szarvak, pikkelyek, tollak, szőrök, stb. Hasonló cél szolgálatában állanak a hám elválasztotta mérges anyagok (pl. a szalamandra- és békaféléknél).

A magasabbrendű soksejtű állatoknál a bőr nemcsak hámrétegből áll. Vele mindig a legszorosabb összeköttetésbe lép a kötőszövetből fejlődő irhareteg (corium), mely a kültakarót tetemesen vastagítja és szilárdságát jelentékenyen fokozza. Már a tüskésbőrűeknél is a hám alatti kötőszövetben különböző alakú mészképződmények (táblácskák, horgonyok, tüskék) fejlődnek, melyek szilárd külső vázat formálnak az állat felületén. A halak, krokodilusok, teknősbékák, emlősök pikkelyei és csonttáblái szintén az irhában fejlődnek.

2. Érzékszervek.

Az előbbi fejtegetésekből tudjuk, hogy a protoplazmának ősi tulajdonsága az ingerlékenység, vagyis az a sajátosság, hogy külső ingereket megérez és azokra különleges változásokkal felel. Már ebből is következik, hogy a legalsóbbrendű soksejtű állatoknak minden sejtje egyformán ingerlékeny. A szivacsoknál valóban minden sejt egyformán ingerlékeny és minden sejt egyenlő mértékben tudja a külvilág változásait felfogni, s a változások előidézte ingerületet sejtől sejtire a reagáló szervekhez vezetni. Az aktiniákon és alsóbbrendű férgekben már azt tapasztaljuk, hogy a sejtek nagy részén megcsappant az ingerlékenység tehetsége, egy részén azonban fokozódott. Ez utóbbi sejteket, melyek az általános (hő-, mechanikai, kémiai, fény- stb.) ingerek iránt egyaránt érzékenyek, *érzéksejteknek* nevezzük. Ezekből a bizonyos fokig még közömbös érzéksejtekből egyénültek ki a magasabbrendű soksejtű állatoknál a különböző érzéksejtek, s belőlük fejlődtek a különböző érzékszervek, még pedig olyanformán, hogy az érzéksejtek a soksejtűséggel kapcsolatos differenciálódás során hovatovább oly helyet foglaltak el a testben, hogy rendes körülmények között kiváltképpen csak egy inger férhetett hozzájuk, s ez az inger hovatovább az illető érzéksejt megfelelő (adequált) ingerévé lett.

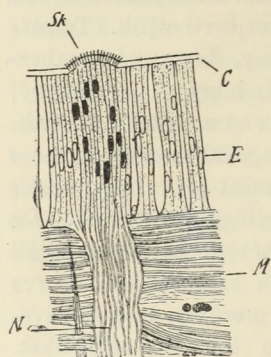
Az érzéksejtek ingerlékenysége azon ingerrel szemben, melynek felfogásához alkalmazkodtak, fokozódott, ellenben a többiekkel szemben elenyészett (pl. a tapintó érzéksejtet a fény nem ingerli), azonkívül a szervezetben az anatómiai berendezések is előbb-utóbb úgy alakultak, hogy az egy inger felfogásához alkalmazkodott érzéksejtekhez a többi ingerek nem férhetnek hozzá; a hallószerv pl. úgy van alkotva, hogy érzéksejtjeihez a hanghullámokon kívül más ingerek nem férközhetnek. Persze ezek az egy inger felfogására alkalmazkodott specifikus érzéksejtek a többi ingerekkel szemben sem veszítették el teljesen ingerlékenységüket, ezért, ha pl. szemünkre nyomást gyakorolunk, vagy ha elektromossággal ingereljük, fényérzés támad bennünk. Az érzékszervek a mondottak alapján olyan eredetileg közömbös, vagyis minden ingerrel szemben egyformán ingerlékeny, érzéksejtekből fejlődtek, melyek később a munkamegosztás elve alapján bizonyos meghatározott ingerek felfogásához alkalmazkodtak.

Az érzékszervek működésének megítélése a magasabbrendű állatoknál nem ütközik nagy nehézségekbe, mert anatómiai szerkezetük és az állatok életkörülményei megegyeznek az emberével; az ember érzékszerveinek működését és az általuk keltett érzéseket pedig önmegfigyelésből ismerjük és ebbeli tapasztalatainkat bizonyos hibával az állatokra is kiterjeszthetjük. Természetesen itt is óvatosságra int bennünket az a körülmény, hogy más embertársunkról sem állapíthatjuk meg azt teljes biztossággal, hogy pl. egy tárgy, vagy egy szín stb. meglátásánál ugyanolyan érzése van-e mint nekünk. Azonban azt már könnyen megállapíthatjuk, hogy a magasabbrendű gerinces állatok, melyek ugyanolyan körülmények között élnek, mint mi, s melyeknek érzékszervei hasonlóak a mienkéhez, hasonló ingerek felfogására valók. De ítéletünk teljesen cserben hagy és teljesen hamis útra téved, ha pl. a halak érzékszerveinek működését kezdjük értelmezni. A halak számos érzékszerve egészen más alkotású mint a miénk, azonkívül a halak merőben más környezetben élnek és így teljesen más, ránk nézve ismeretlen ingerek érik őket. Ezeknek a vízi életmód által keletkezett érzékszerveknek megítélése és működésének megismerése úgyszólván lehetetlen, mert működésükre önmegfigyelésből nem következtethetünk.

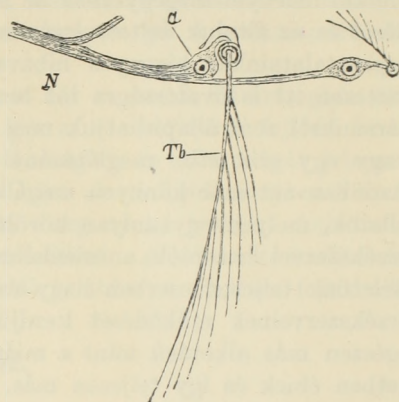
Könnyen beláthatjuk, hogy ha már a szervezetenleg hozzánk leghasonlóbb gerinces állatok egyes csoportjainál is ily nagy különbségek vannak az érzékszervek között, mily óriásiaknak kell ezen eltéréseknek lenniök a gerinctelen állatok körében, melyek egészen más alkotásúak s egészen más körülmények között élnek mint mi, vagy a velünk testileg egy csoportba tartozó magasabbrendű gerincesek. Ebből láthatjuk tehát, hogy merőben elhibázott dolog ugyanazokat az érzékszerveket keresni az összes állatoknál, melyeket magunkon önmegfigyelés révén megismertünk, s merőben téves azt gondolni, hogy az állatok mind csak azokat az ingereket tudják felfogni, mint mi. Az állatok életében számtalan olyan jelenséget tapasztalunk, melyet megmagyarázni nem tudunk; nagyon valószínű, hogy ezek a jelenségek különleges, a miénktől eltérő érzékszervek eredményei. Sok ingerről csak közvetve, elmésen kigondolt műszerek révén szereztünk tudomást. Ki tudja megmondani, vajjon az ultra-viola-, Röntgen-, kathód- stb. sugarakat nem ismernők-e már régen és jobban, ha az állatok érzékszerveivel vizsgálódhatnánk. *Axenfeld* vizsgálatai szerint a hangyák, legyek, bogarak és bizonyos hártvásszárnnyúak megérik az ultra-viola- és Röntgen-sugarakat; némely kígyók, békák megérik a mágneses viharokat s a vipera előre jelzi a földrengést! A mikroszkópi vizsgálatok egy csomó olyan érzékszervvel ismertettek meg, melyek minden bizonnyal érzékszervek, de amelyekről bízást elmondhatjuk, hogy más érzékek mint a mieink. Azokat az érzékszerveket, melyeknek működését megbízható vizsgálatok alapján sejthetjük, a következő csoportokba oszthatjuk: 1. tapintó, 2. ízlő, 3. szagló, 4. helyzetérző, 5. halló és 6. látó szervek.

1. A *tapintószervek* a mechanikai és hőingerek felfogására valók és az egész testen szétszórva, a bőrben foglalnak helyet. Különösen nagy mennyiségben találjuk őket a száj körül, a tapogatókon, csápokon, fogókarokon stb. Az alsóbbrendű állatokon (pl. csalanózők) tapintószőrökkel ellátott, különálló

magános érzékszervek szolgálnak e célra, a magasabbrendűeken pedig ezek az érzékszervek különböző alkotású érzékbimbókká (654. ábra) egyesülnek. Az ízeltlábúaknál igen változatos alkotású chitin-képződményekkel kapcsolatosak a tapintó érzékszervek, melyeknek külön nyújtványa a sokszor többszörösen elágazó tapintószőrbe hatol be (655. ábra).



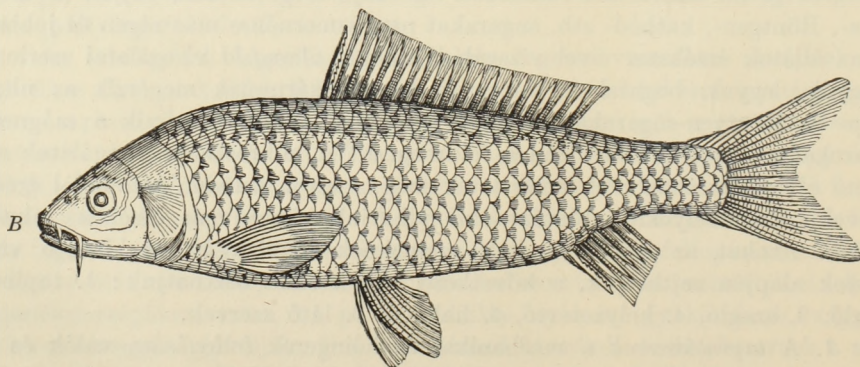
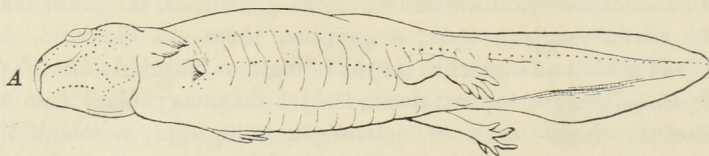
654. ábra. Tapintásra való érzékbimbó (*Sk*) a földi giliszta (*Lumbricus herculeus*) bőréből. Hesse rajza. *E* hámréteg, *C* kutikula, *M* bőrízom, *N* ideg.



655. ábra. Tapintószőrök (*Tb*) egy rovar (*Corethra*) lárvájának bőréből. Claus rajza. *N* ideg, *a* érzékszert.

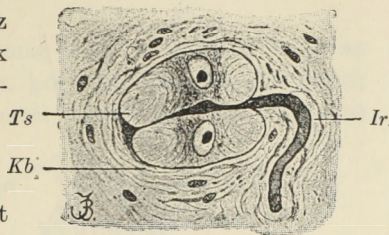
A tapintószervek csoportjába tartozik a halak és a vízben élő kételtűek *oldalszerve* (656. ábra), melyet *hatodik érzékszervnek* is neveznek s melyet alijában véve a tapintást közvetítő érzékszervekhez hasonlóan szerkesztett érzékszervekből

álló érzékdombok, érzézacskók és lombikalakú szervek alkotnak. Az oldalszerv a vízben élő gerincesek sajátos érzékszerve és a víz áramlásának megérzésére



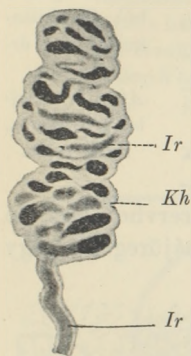
656. ábra. *A* a foltos szalamandra lárvája; a pontozott vonalak a larva hatodik érzékszervét jelzik. *B* magyar ponty (*Cyprinus Carpio* var. *hungaricus*); a test oldalának közepén mélyedések alakjában látható az oldalszerv.

való. *Schultze* vizsgálatai szerint a hal ezen különös érzékszerve segítségével úszása közben mozgásának módjáról és helyváltoztatásának nagyságáról olyanformán győződik meg, hogy a víz ellenállása nyomásával az érzéksejtek szőreire ingerként hat; az érzékszőrök ezt az ingert az érzéksejtekkel, ezek pedig a velők kapcsolatos idegrost útján az agyvelővel közlik az ingerületet, melyet az agyvelő megfelelő érzéssé dolgoz fel. Azonkívül a hal úszása közben oldalszervével észreveszi valamely szilárd testnek közellétét és azt a mélységet



657. ábra.

Tapintótestecske a kacsacsőrnek viaszhártájából. 750-szer nagyítva. *Ts* tapintósejt, *Kb* kötőszöveti burok, *Ir* idegrost. Szymonowicz rajza.



658. ábra.

Meissner-féle tapintótestecske az ember bőréből.

Ir idegrost, *Kh* kötőszöveti hüvely. 750-szer nagyítva. Böhm-Davidoff rajza.

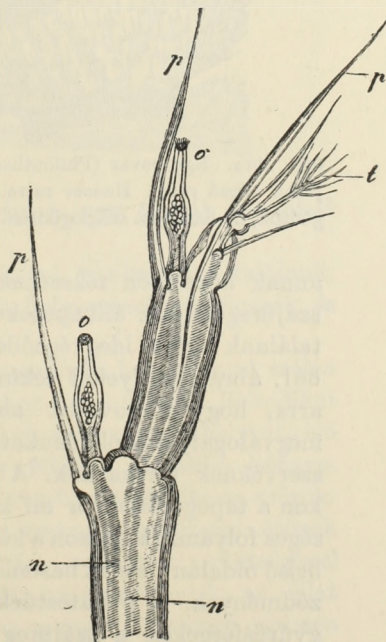
a melyben van, nemkülönben a víz sodrának sebességét és irányát; végül pedig a víz hullámzó mozgása révén oldalszerve segítségével már nagyobb távolságból is megérzi valamely hal vagy egyéb vízi állat közeledésének gyorsaságát és irányát. — A szárazföldi gerinces állatoknál módosult és hám alá húzódott érzékbimbók (*Merkel*-, *Gaudry*-, *Meissner*-, *Paccini*-féle testek) szolgálnak a mechanikai hatások és hőingerek felfogására (657. és 658. ábra). Azonkívül olyan közönséges bajusz- és szőrszálak is alkalmasak tapintásra, melyeknek alján bőséges idegvégződés van.

2. Az ízlő- és szaglószervek a tápláléknak, továbbá a lélekzésre szolgáló levegő kémiai minőségének a megérzésére valók, ezért a száj- és lélekzőnyílás tájé-

kán találjuk őket. Az alsóbbrendű vízi gerinctelen állatoknál alig lehet a kétféle szerv között különbséget tenni.

Szaglószerüül a gerinctelen állatoknál rendszeren érzékszőrökkel ellátott érzéksejtekből és csillós hámból álló gödröcskék szolgálnak, melyek a központi idegrendszer vagy a magasabb érzékszervek mellett foglalnak helyet.

Az ízeltlábúaknál változatos alakú sajátos chitines képződmények (659. és 660. ábra) hivatottak e célra, melyek a rákoknál az első csápon, a rovaroknál a csápokon és tapogatókon találhatók. — A magasabbrendű szárazföldi emlősöknél a szaglószervek páros



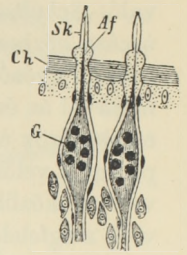
659. ábra. Egy rák (*Asellus aquaticus*) tapogatójának végső része, tapintó (*t*) és szagló (*o*) készülékkel. *p* érzékszerveket védő tüske, *n* idegrost. Leydig rajza.

szervek, melyek a szájüreg felett az orrüregeknek nevezett mélyedésekben vannak elrejtve; az orrüreg a tüdővel

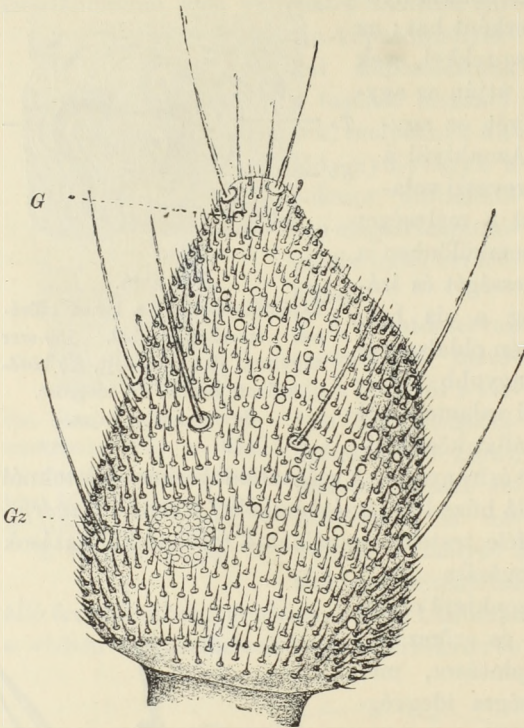
lélekző gerinceseknél a szájüreggel közlekedik.

A szaglógödöröcskéket kétféle sejtek fedik: karcsú szaglősejtek, melyeknek szabad felülete érzékszőrökkel van fedve és csillós vagy csillótlan támasztósejtek.

Az ízlőszervek a gerinctelen állatoknál a szaglószervhez hasonló alkotásúak és a szájüregben vagy

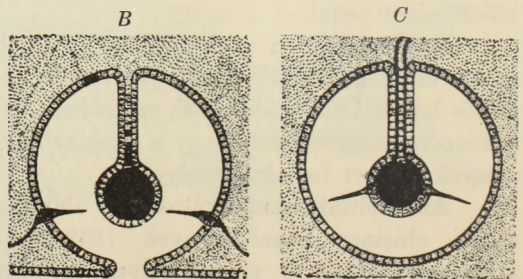
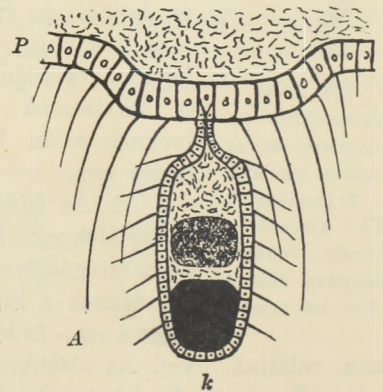


661. ábra. Ízlőszervek (*Sk*) a darázs nyelvéből. *Ch* chitinkutikula. *G* érzékszettek, *Af* az érzékszettek nyulványa. Rath rajza.



660. ábra. Egy rovar (*Philonthus aeneus*) tapogatójának végső része. Hauser rajza. *G* egyszerű szaglógödrök, *Gz* összetett szaglógödrök. 350-szeres nagyítás.

annak közelében fekszenek. A rovarokon a szájüregben, az állkapcsokon és az alsó ajkon találunk olyan idegvégződéseket (ízlősertéket, 661. ábra), melyeket tekintettel arra, hogy a rovarok annyira megválogatják táplálékukat, ízlőszerveknek tarthatunk. A rákokon a tapogatókon, a mi közönséges folyami rákunkon a kis csáp belső oldalán vannak hasonló képződmények. A puhatestűeken és gyűrűsférgeken a szájüreg kezdetén találunk ízlőbimbókat. — A halakon a vízi életmódnak megfelelőleg nemcsak a szájüregben és annak környékén, hanem

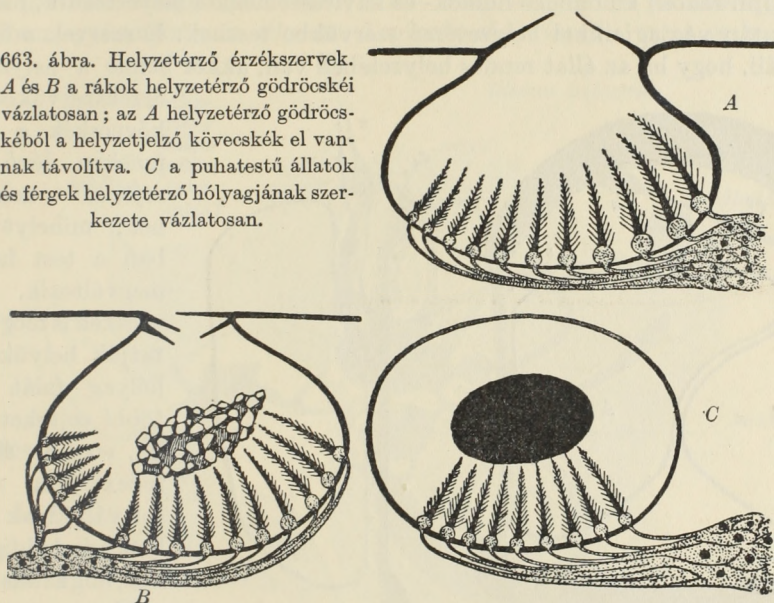


662. ábra. A medúzák helyzetérző buzogányai. *P* hám, *k* helyzetjelző buzogány, belsejében helyzetjelző kövecskékkel.

az egész test külsején, a bajuszán, úszószárnyain találunk ízlőbimbókat, úgy hogy a hal külbőrével, bajuszával és úszószárnyával egyaránt tud ízlelni. Az emlősállatokon az ízlőkelyhek a nyelven az árkolt szemölcsökben foglalnak helyet.

3. *Helyzetérző érzékszervek.* Fontosságuk már abból is kitűnik, hogy az összes állatokban ki vannak fejlődve. Feladatuk, hogy az állatokat mozgásuk alkalmával testük helyzetéről tudósítsa. Ha ezen szervektől az állatokat

663. ábra. Helyzetérző érzékszervek. *A* és *B* a rákok helyzetérző gödröcskái vázlatosan; az *A* helyzetérző gödröcskéből a helyzetjelző kövecskék el vannak távolítva. *C* a puhatestű állatok és férgek helyzetérző hólyagjának szerkezete vázlatosan.

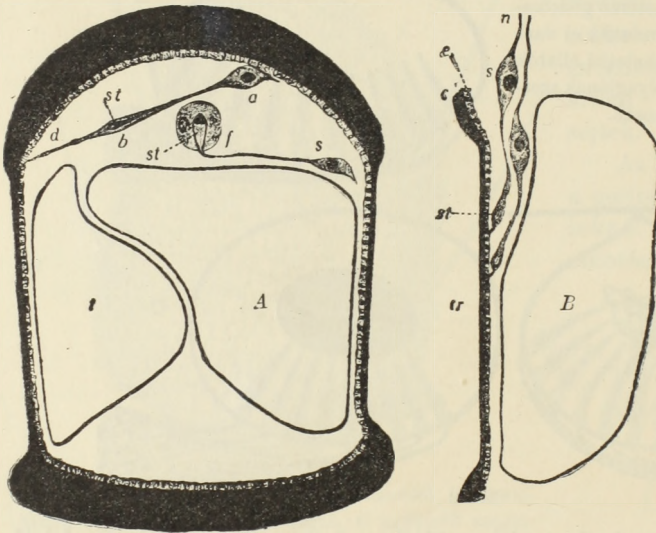


megfosztjuk, akkor nem tudnak a térben tájékozódni és nem tudják megfelelő módon helyzetüket változtatni.

A gerinctelen állatok körében többféle *helyzetérző* érzékszervet találunk. Legfontosabb alakjai a helyzetérző buzogányok, a helyzetérző gödröcskék és a helyzetérző hólyagok.

A helyzetérző buzogányok (662. ábra) a hidromedúzák harangjának szélén fordulnak elő. Kis tapogatócskához vagy buzogányhoz hasonlítanak. Belsejüket folyadék tölti ki, mely több, mészsóból álló kövecskét, úgynevezett helyzetjelző kövecskét tartalmaz (662. ábra, *A*). A buzogány felülete, továbbá környezete idegrostokkal összeköttetésben álló merev és rendkívül érzékeny szőrökkel van fedve. Ha az állat mozog, akkor az egész szerv, a nehézségi erőnek engedelmessé, mindig függőleges irányt vesz fel, s ennek segítségével azután az említett érzékeny sejtek útján mindig tájékozódhatik az állat térben elfoglalt helyzetéről. Számos medúzánál ez a szerv félig vagy egészen zárt hólyagocskába van zárva s ekkor ez a szerv úgy nyúlik be a hólyagba, mint pl. a harang szíve a harang belsejébe (662. ábra, *B* és *C*); a benne levő helyzetjelző kövecskék arra szolgálnak, hogy súlyuknál fogva ez a harang szívéhez hasonló szerv gyorsabban változtassa helyzetét.

A helyzetérző gödröcskék (663. ábra, *A* és *B*) bizonyos medúzáknál és rákoknál (*Leptomedusa*), a helyzetérző hólyagocskák (663. ábra, *C*) pedig a férgeknel és puhatestűeknek fordulnak elő. Szerkezetük a mellékelt ábrákból (663. ábra) világosan látható. Ezek rugalmas falú, nyitott (*A*, *B*) vagy teljesen zárt (*C*) hólyagok, melyeknek fenekén érző szőrökkel és idegrostokkal ellátott hámsejtek fekszenek; belsejüket folyadék tölti ki, melyben szilárd testecskék: helyzetjelző kövecskék úsznak. A helyzetjelző kövecskéket némely állatok (pl. rákok) különböző homok- és kavicsszemekkel helyettesítik, melyeket vedlés után végtagjaikkal helyzetérző szervükbe tesznek. E szervek működése abban áll, hogy ha az állat rendes helyzetében van, akkor benne a helyzetjelző



664. ábra. *A* szöcske hallószerve. *tr* dobhártya, *t* trachea hólyagok, *a*–*b* hallósejt, melyet *d* kötőszöveti szalag kifeszítve tart, *st* hallópecek, *s*–*f* hallósejt. — *B* sáska hallószerve. Boas rajza. *C* chitin kutikula, *e* hám, *tr* dobhártya, *t* trachea hólyag, *s* hallósejt, *n* ideg, *st* hallópecek.

érzékszervükben lévő kövecskék a hólyag fenekén lévő érzősejtekre nehezkednek, mihielyt azonban a test helyzete megváltozik, a kövecskék is megváltoztatják helyüket és a hólyag falát bélelő többi sejteket ingerlik, erre az állatban reflex úton mozgások váltódnak ki, melyek mindaddig tartanak, míg az állat ismét rendes, megszokott helyzetébe kerül.

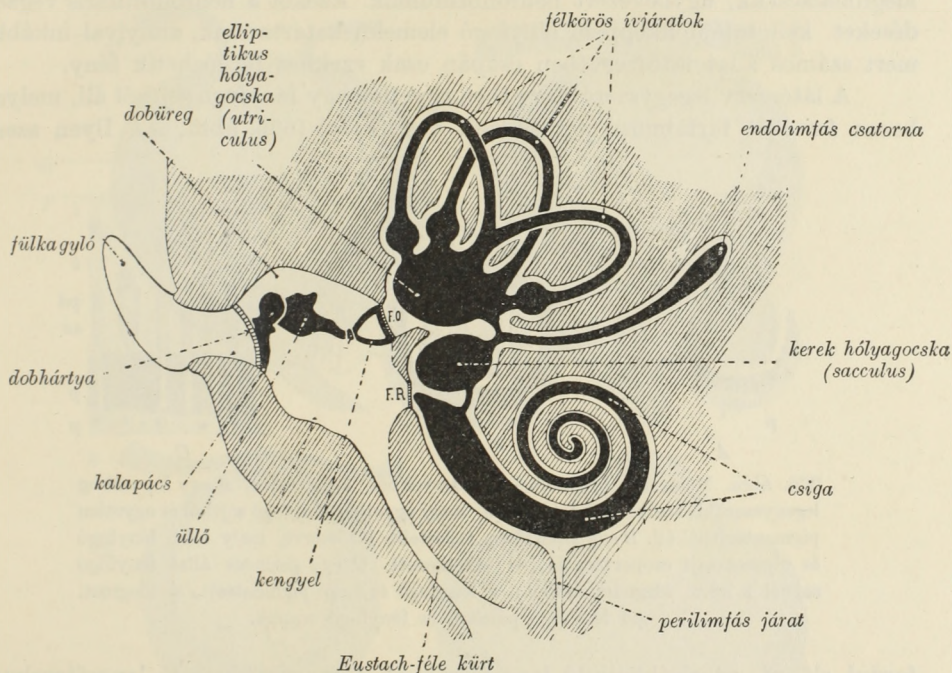
A gerinces állatokban a helyzetérző szerveket a fülben lévő félkörös ívjáratok képviselik, melyeknek szervezete velejében szintén megegyezik a most ismertetett helyzetérző hólyagokkal.

4. *Hallószervek.* Régebben azt gondolták, hogy az összes állatoknak kivétel nélkül vannak olyan szerveik, melyek a rezgőtestek keltette hanghullámok felfogására valók. A helyzetérző szerveket például ez alapon általában hallószerveknek tartották. Csak a legújabb vizsgálatokból derült ki, hogy a hallószervek a gerinctelen állatok körében csupán a hangadó rovaroknál, továbbá a szárazföldi gerinceseknél fordulnak elő. Az összes többi állatok süketek.

A hangadó rovarok hallószerveinek leglényegesebb részei a hosszúra nyúlt, húralakú hallósejtek, melyek rendszeren többszámaban vannak a test fala és a testüreg között kifeszítve (664. ábra). Ezeket a húrokat a hanghullámok rezgésbe hozzák, s a rezgés okozta ingerületet a velök összefüggő idegrostok

az agydúcba viszik, ahol mint hangérzés az állat tudomására jut. A cirpelő egyenesszárnýú rovaroknál (sáskák, szöcskék, tücskök) a húr módjára kifeszített hallósejtek előtt még a hang erősítése céljából keretbe foglalt hártya (dobhártya) van kifeszítve, mögötte pedig ugyancsak e célból a trachea nagy hólyaggá duzzad fel (664. ábra). Ez a meglehetősen bonyolódott szerv a sáskákon potrohuk első gyűrűjében, a szöcskéken és tücskökön pedig első lábukon, a lábuk szárában foglal helyet.

A gerinces állatok hallószerve a fül, mely lényegében az összes gerinces állatokban egyformán van alkotva. Legfontosabb részei a csiga és a félkörös



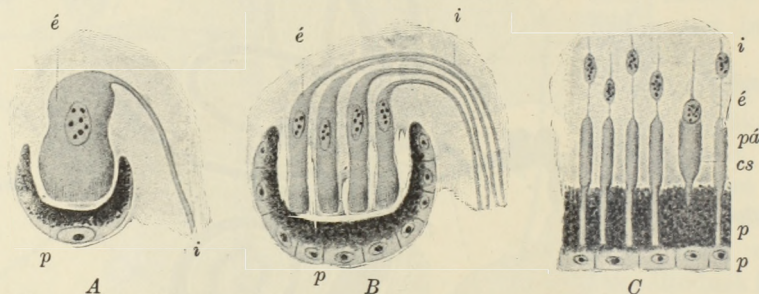
665. ábra. A magasabbrendű gerincesek hallószervének szerkezete. Jammes rajza. FO tojásdad lik, FR kerek lik.

ívjáratok. A csigában vannak elhelyezve a hallóideggel kapcsolatos hallósejtek, melyek a hangrezgéseket felfogják és idegizgalommá alakítva az agyvelőbe juttatják, ahol mint hangérzés az állat tudomására jut. A félkörös ívjáratoknak a hallásban nincsen semmiféle szerepök; az újabb kísérleteken alapuló vizsgálatok minden kétséget kizáró módon kimutatták, hogy a fülnek ez a része az állatokat testük helyzetéről és egyensúlyi állapotáról tudósítja, szóval a félkörös ívjáratok képviselik a gerinces állatok helyzetérző szerveit. A halak fülében csupán a félkörös ívjáratok vannak meg, a csiga pedig hiányzik, ezért a halak teljesen süketek. A kétélűektől kezdve a magasabbrendű gerinces állatok fülében a félkörös ívjáratok mellett már mindenütt megvan a csiga, melyhez dobhártya és egy hallócsontocska (columella), az emlős állatoknál

pedig dobhártya, három hallócsontocska (kalapács, üllő és kengyel), külső hangvezető-csatorna és változatos alakú fülkagyló csatlakozik (665. ábra). Ez utóbbi részek mind arra valók csupán, hogy a hangrezgéseket a csigában elrejtett hallósejtekhez vezessék, melyek a hangrezgéseket idegizgalommá alakítják át, s ezt az idegizgalmat a velők összefüggő idegrost útján az agyvelővel tudatják.

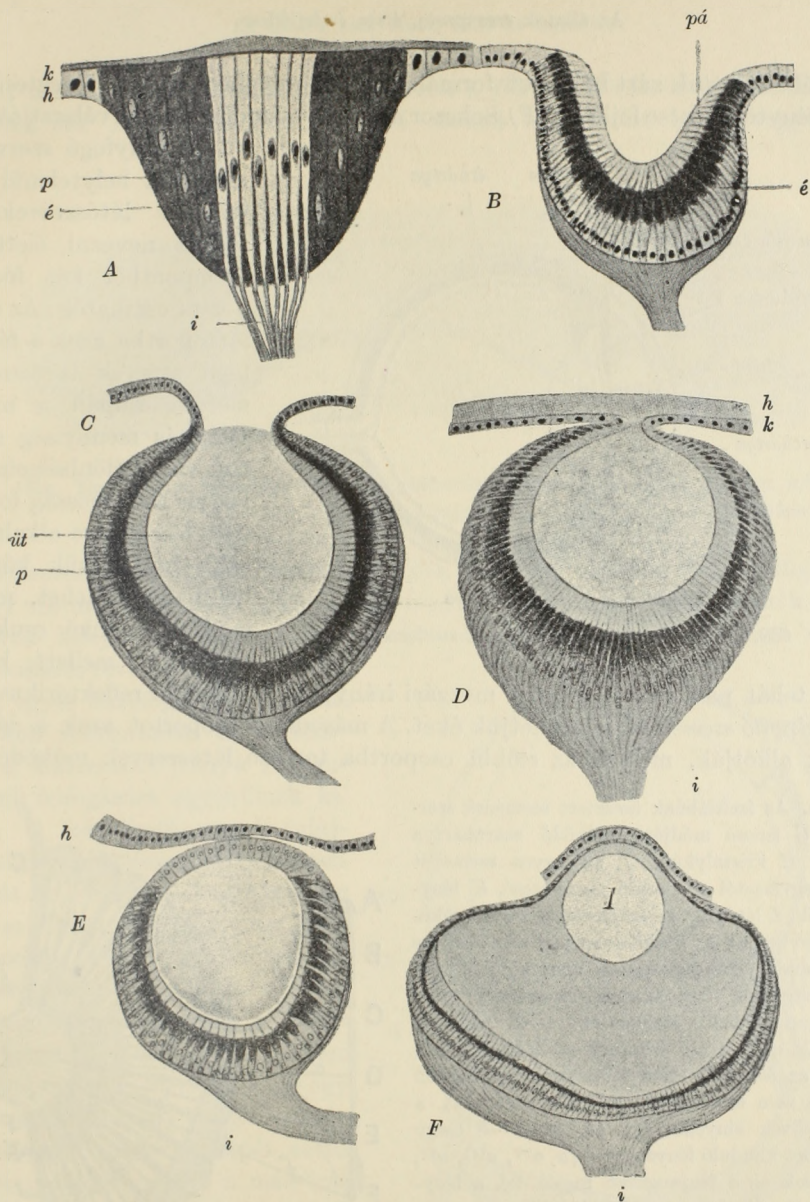
5. *Látószervek.* Az összes állatok látószerveinek legfontosabb részei a fényfogó sejtek, melyek közömbös érzéksejtekből fejlődtek ki s melyeknek legjellemzőbb elemei a protoplazmájukat behálózó s bennük szabadon végződő idegfonalacskák, úgynevezett neurofibrillumok. Ezeket a neurofibrillaris végződéseket kell tulajdonképpen fényfogó elemeknek tartanunk, annyival inkább, mert számos állat látószervében csupán csak ezekhez férközhetik fény.

A látószerv legegyszerűbb esetben egyetlen egy fényfogó sejtől áll, melyet barna festéket tartalmazó pigmentsejt vesz körül (666. ábra, *A*). Ilyen szem



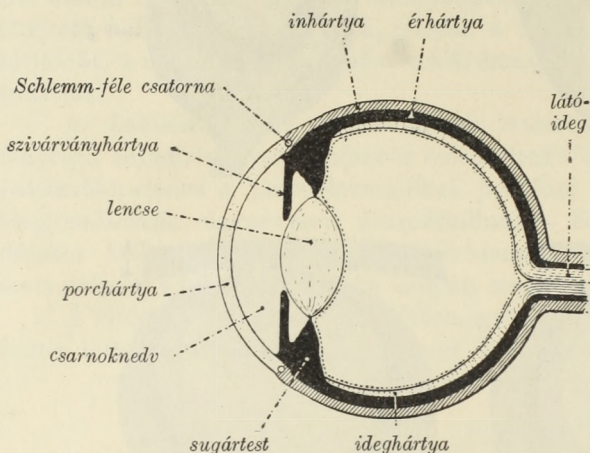
666. ábra. Metszetek különböző látószervekből. Boas rajza. *A* egy laposféreg legegyszerűbb szerkezetű látószerve, mely egyetlen fényfogó sejtől és egyetlen pigmentsejtől áll. *B* egy laposféreg fejlettebb látószerve, mely több fényfogó és pigmentsejt csoportosulásából keletkezett. *C* egy gerinces állat fényfogó sejtjei a szem ideghártyájából; *é* fényfogó sejt, *p* pigmentsejt, *i* idegrost, *pá* fényfogó pálcika, *cs* fényfogó csapok.

fordul elő pl. az alsóbbrendű laposféregknél. A magasabbrendű laposféregknél ellenben több fényfogó sejt egyesül, melyeket szintén részben pigmentsejtek vesznek körül (666. ábra, *B*). Hasonló berendezés fordul elő velejében a gerincesek szemének ideghártyájában is, ahol a fényfogó sejtek csapokra és pálcikákra differenciálódnak (666. ábra, *C*). Ezekben a látószervekben a fényfogó sejteknek legérzékenyebb részei a fénytől el vannak fordulva; vagyis a fénynek először a fényfogó sejteknek kevésbé érzékeny részein kell keresztülhaladnia és csak ezután éri a legérzékenyebb részeket, a neurofibrillaris végződéseket. Ismerünk olyan látószerveket is, amelyekben a fényfogó sejteknek legérzékenyebb részeit, vagyis neurofibrillaris végződéseit közvetlenül éri a fény. Ilyen látószerveket érzéki a 667. ábra, melyen egyúttal szépen látható a látószervek differenciálódásának néhány szaka is. Ezen a rajzon világosan látható, hogy a fényfogó sejtek pigmentsejtekkel körülvéve először a többi közönséges hámsejtek között foglalnak helyet (*A*), majd árokalakú mélyedésben (*B* és *C*) foglalnak helyet, végül hovatovább (*D*) teljesen függetlenítik magukat a fedő hám-



667. ábra. Metszetek különböző alsóbbrendű állatok látószervéből. Boas rajza.
 A egy sertelábú féreg egyszerű látószerve, melyben a fényfogó sejtek (é) az őket környező pigmentsejtekkel (p) a testet fedő hámsejtek (h) között foglalnak helyet. B egy csiga (*Patella*) látószerve árokalkakúan bemélyedt fényfogó és pigmentsejtekkel. C egy csiga (*Haliotis*), D egy sertelábú féreg, E kerti csiga (*Helix pomatia*) és F egy tengeri sertelábú féreg látószerve. A B—F rajzokon szépen látható, hogy a pigmentsejtekkel körülvelt fényfogó sejtek árokalkakú bemélyedéssel (B, C és D) hogyan függetlenítik magukat a bőr fedőhámsejtjeitől, úgy hogy végeredményében (E és F) a látószerv a fedőhámsejtek alatt hólyagalakú szervet alkot, melyben átlátszó üvegtest *út* és fénytörő lencse *l* különül el. *k* kutikula, *h* fedőhámsejtek, *p* pigmentsejtek, *i* idegrost, *út* üvegtest, *l* lencse, *pá* fényfogó pálcikák.

sejtektől és alattuk zárt hólyagot formálnak (*E*), melyben átlátszó üvegtest és erősen fénytörő lencse fejlődik (*F*). Sokszor a lencsét a fedőhámsejtek választják el.

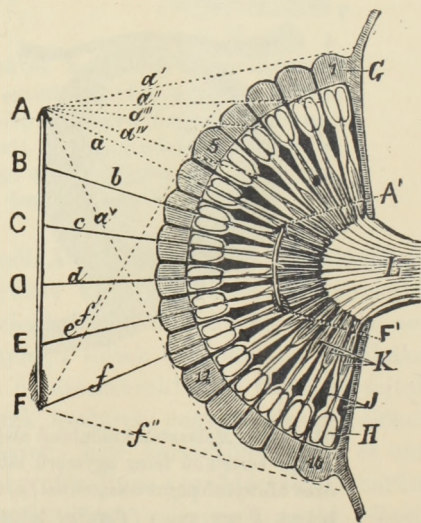


668. ábra. A gerincesek szemének szerkezete.

látásra tehát nem valók, csupán mozgási irányokat jelölnek ki reflektórikusan, ezért *irányító szemeknek* nevezhetjük őket. A második főcsoportot azok a látószervek alkotják, melyek az előbbi csoportba tartozó látószervek működésén

A fényfogó szervek, melyeket helytelenül általában látószerveknek szokás nevezni, élettani szempontból két főcsoportra oszthatók. Az első főcsoportba azok a fényfogó szervek tartoznak, melyek csupán a megvilágítás mennyiség szerint való különbségeinek, vagyis a világosság fokának felfogására alkalmasak; működésük körülbelül olyan lehet, mint a mi szemünké csukott szemhéjak mellett, kép-

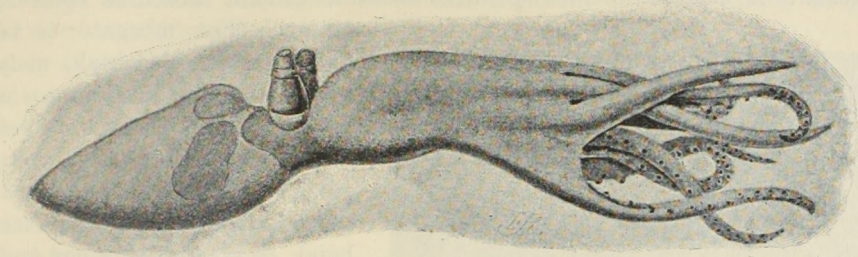
669. ábra. Az ízeltlábúak összetett szemének szerkezete. *G* lencse módjára működő szaruhártya (cornea), *H* kristálykúp, *J* az egyes szemeket (1–16) egymástól elválasztó pigmentcső, *K* fényfogó sejtek, *L* látóideg. — Az összetett szem működése a következő: Az összetett szemet alkotó egyes szemek mindegyikét pigmentcső veszi körül, s ezek a pigmentcsövek úgy vannak elrendezve, hogy azon sugarak közül, melyek az *A–F* tárgyból kiindulnak, csak azok érhetnek a látósejtekhez, amelyek az összetett szem felületére merőlegesen esnek; a nem merőlegesen eső fénysugarakat a pigmentcsövek elnyelik. Így pl. az *A–F* tárgy *A* pontjából kiinduló fénysugarak (*a*, *a*^{IV}, *a*^{III}, *a*^{II}, és *a*^I) csak az *a* fénysugarat fogják fel a fényfogó sejtek, ellenben a többit elnyelik a pigmentcsövek. Az összetett szemben tehát egyetlenegy kép keletkezik és nem több, mint a régi bűvárok tévesen gondolták. Az összetett szemben mintegy pontokból összetett kép keletkezik, ezért, továbbá



mert az ilyen szemnek alkalmazkodó berendezései nincsenek, az összetett szemmel való látás nem minden részében pontos, a mozgások észrevételére azonban kiválóan alkalmas.

kívül még a külvilág képeinek bevetítésére, szóval *képlátásra* is alkalmasak, ezeket *képalkotó szemeknek* vagy tulajdonképpen látószerveknek nevezzük. Az egyszerű irányító szemek legalsó fokán állanak a festékszemeccskék (pigmen-

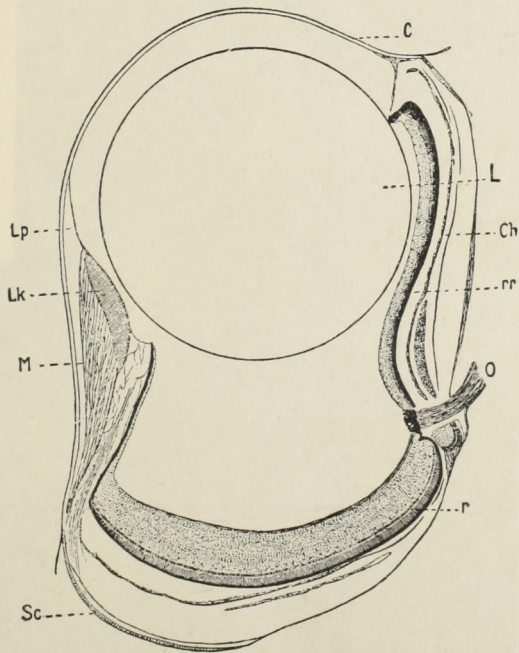
tum) nélküli fényfogó szervek, amilyenek a földi gilisztákon és piócákon fordulnak elő. A többi állatok irányító szemei rendszerint barna vagy fekete



670. ábra. Tengermélyi lábasfejű állat (*Amphitretus*) teleszkópszemekkel. 1800 m. mélységből. Chun rajza.

festékszemecskéket tartalmaznak, melyek majd egy oldalról, majd pedig kehely vagy cső módjára veszik körül a fényfogó sejteket. A festékszemecskék alkotta csövek kifejlődése a fény hatásosabb elosztását teszi lehetségessé és eme berendezés révén a fényfogó szervek egyes fényfogó sejtjei hovatovább fokozatosan csak bizonyos határozott irányú fénysugarak felfogására egyénülnek ki.

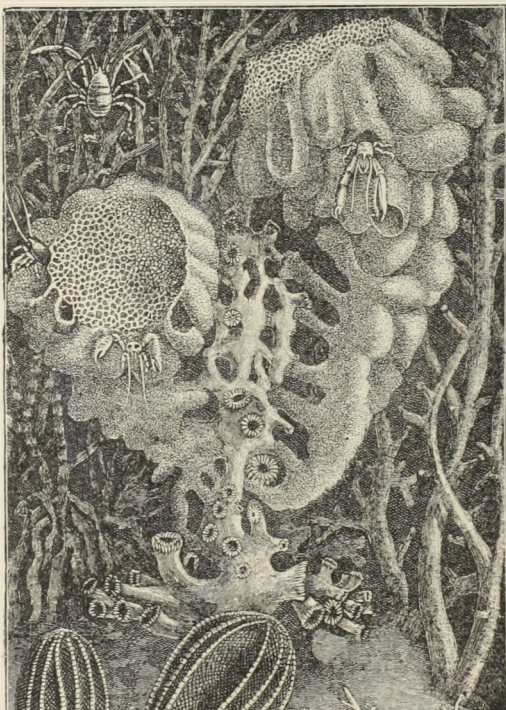
A képalkotó, vagyis tulajdonképpeni látószervek fényelosztását az jellemzi, hogy minden egyes fényfogó sejtig vagy sejtcsoportig csak egyféle irányú sugarak juthatnak el; a többiek bejutását a pigmentum megakadályozza. A fénysugaraknak eme szabályszerű elosztását vagy egy lencse (668. ábra) eszközli, mely a tárgyak fordított képét vetíti a szem fenekén levő s más irányú fénysugaraktól megvédett fényfogó sejtekbe, vagy pedig olyatén berendezés (669. ábra) eszközli, hogy az egymás mellett fekvő s külön lencsével felszerelt fényfogó sejteket vagy sejtcsoportokat körülvevő pigmentumhüvely révén csak a tengelyük irányába eső fénysugarak juthatnak a fényfogó sejtekhez, a fény-



671. ábra. Hosszmetszet egy tengermélyi hal (*Dissomma*) teleszkópszeméből. Brauer rajza. *C* porchártya, *L* szemlencse, *Ch* érhártya, *r* főideghártya, *rr* mellékideghártya, *O* látóideg, *Sc* inhártya, *M* alkalmazkodásbeli sima izom, melynek összehúzódására a lencse és fóretina közti távolság csökken s így a szem különböző távolságokra tud alkalmazkodni, *Lk* lencsepárna.

fogó sejtsoportok tengelyei pedig szét tartók. Az előbbi szerkezetű szemeket (pl. a lábasfejűek- vagy a gerincesekét) camera obscurás (668. ábra), az utóbbiakat (pl. az ízeltlábúak összetett szeme) musivikus szemeknek (669. ábra) nevezzük. A magasabbrendű gerinces állatok camera obscurás szerkezetű

szemgolyóhoz mozgató és védő berendezések társulnak, melyek a szem kifogástalanul pontos működését lehetővé teszik. A szemgolyójához tapadó izmok segítségével az állat akarata szerint változtathatja szeme irányát, a szemhéjak és szempillák a por és más ártalmas hatások ellen védelmezik meg a szemet, a szemgolyó külső szöglete táján levő könnymirigyek váladékukkal pedig a szem porchártyáját fényesen és tisztán tartják. — Azon állatok szemében, melyek alkonyatkor



672. ábra. A tengerfenék állatvilága. Schmidt E. rajza. Fent balról a háttérben korallok, előttük pompás, üvegszerűen átlátszó szivacsok, melyekben rákok tanyáznak. Alul balról tengeri lilomok, középpütt egy sokkarú Antedon, jobbról pedig különböző korallok.

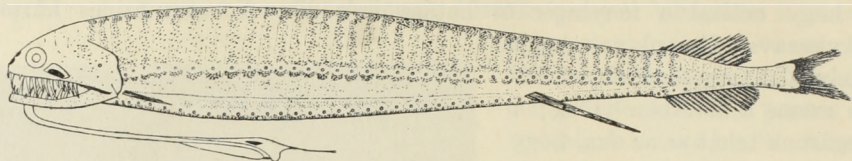


mennek zsákmány után (pl. macskafélék), a fényfelfogó ideghártya (retina) mögött színes fényvisszaverő réteget (tapetum) találunk. Az ezen réteg által visszavert sugarak másodszor is érik a fényérzékeny pálcikákat és csapokat, úgy hogy ezáltal a fényinger és hatása erősödik. A szem színes kárpítja által visszavert fény okozza, hogy némely állat (macskafélék, kérődzők) szeme a sötétben villog; a villogásnak tehát az az oka, hogy a szem a leggyéresebb világításnál is összegyűjti a fénysugarakat, s ezeket a szemnek most említett színes kárpítja visszaveri.

673. ábra. A tengeremély néhány jellemző állata. Fent balról *Eustomias obscurus* (hal) és *Nematocarcinus gracilipes* (rák); alattuk balról *Lithodes ferox* és jobbról *Pachygaster formosus* nevű rákok. A bal sarokban a hosszú lábú tengeremélyi pók (*Colossendeis arcuatus*) alatt a *Melanocetus Johnstoni*, s ez alatt a pelikánszájú *Sacropharynx pelecánoides* nevű halak láthatók. Ez utóbbi mellett a jobb sarokban legalul lustálkodik a *Brisinga elegans* nevű tengeri csillag, fölötté a *Malacosteus niger*, végül e fölött a világító *Stomias boa* és a hosszútapogatójú *Bathypterois longipes* nevű hal úszik.

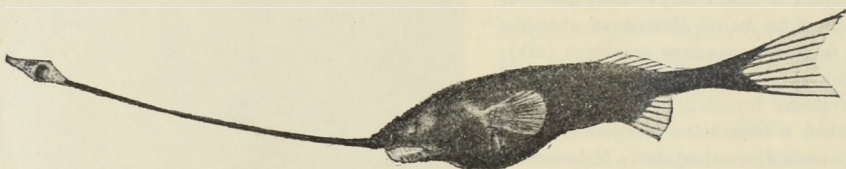


Nagyon érdekes szerkezetűek a tengermélyi állatok szemei, melyek a világítószervek gyújtotta különös fény felfogására szolgálnak. Ezek külsőleg távcső-alakot



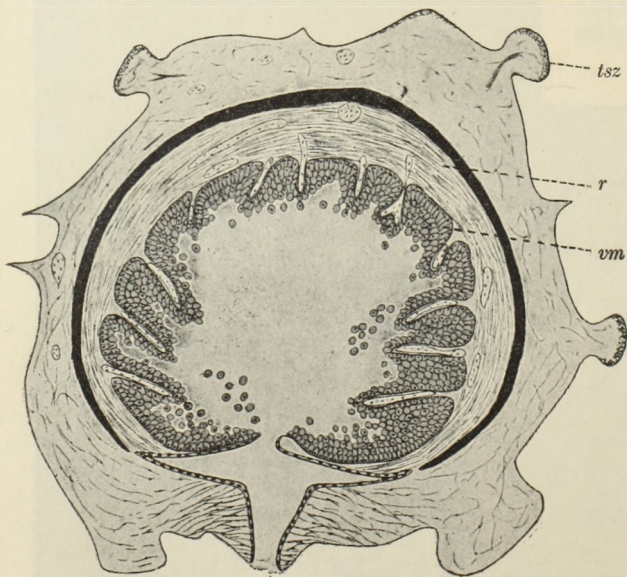
674. ábra. *Melanostomias melanops* világító szerveinek elrendeződése. Brauer rajza. E példány 1024 m. mélységből, az Indiai óceánból, Szumatra tájáról ered.

öltöttek (670. ábra) s azért teleszkóp-szemeknek nevezzük őket. Ilyeneket észleltek mostanáig számos tengermélyi rákon, lábasfejűn és halon. A halak



675. ábra. *Gigantactis Vanhoeffeni*, az Indiai óceánból, 1500 m. mélységből. Winter rajza.

teleszkópszeme nemcsak külsejét, hanem szerkezetét és elhelyezését tekintve is lényegesen eltér a rendes alkotású halszemtől. Alakját hosszú, hengeres csőhöz



676. ábra. A *Gigantactis Vanhoeffeni* világító szervének szerkezete (keresztmetszet). Brauer rajza. *tsz* tapintó szemölcsök, *r* reflektor, melyet fekete pigment burkol körül, *vm* világító-mirigyek.

hasonlíthatjuk leginkább, mely az alján, a szem fenekének tájékán kissé kiszélesedik. A két szem nem oldalt foglal helyet a fejen, hanem olyanformán húzódott a jobb- és baloldaltól a hátoldalra, a fejtetőre, hogy a két szem együttvéve színházi meszelátóhoz hasonlít; innen ered a neve is, mely azonban e külső hasonlatosságon kívül mást nem is akar kifejezni.

A teleszkóp-szemek nyílása nagyon tág, a szembogár nagy, mert a szivárványhártya majdnem teljesen visszafejlődött. —

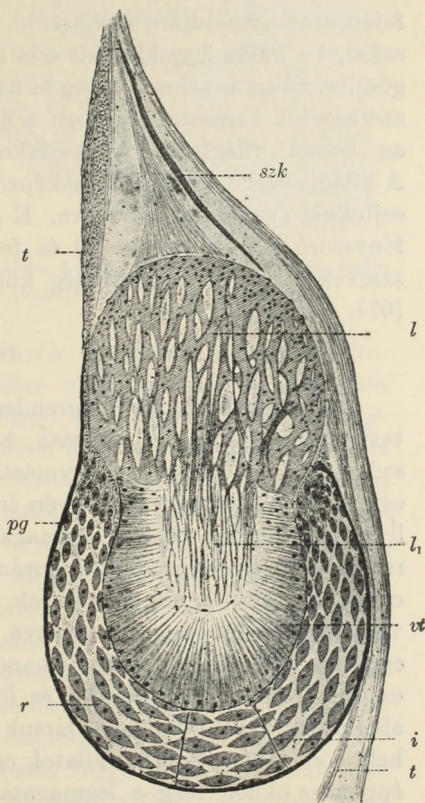
Belsejüket (671. ábra) majdnem teljesen kitölti a

nagyon nagy gömbölyű lencse (L), melyet elülről a szintén erősen görbült szaruhártya borít. Az ideghártya nem alkot egységes réteget, mint a többi halak szemében, hanem két részre tagolódott. Az egyik részt fő ideghártyának, a másikat pedig mellékideghártyának nevezzük. Az előbbire jellemző a fényfogó csapok tekintélyes hosszúsága és nagy száma.

A teleszkópszemek szervezete valóban kitűnően alkalmazkodott a mély tengerek sajátos gyenge fényéhez. A nagy, előretolt lencse, tág szembogár, a mélyre húzódó, erősen fejlett ideghártya egyértelműen arra van hivatva, hogy a világítószervek előidézte nem állandó, csak olykor felvillanó, gyenge fényből minél többet foghasson fel a szem. A szemeknek a fejtetőre való húzódása és az optikai tengelyek egyközűsége a két szemmel való látást teszi lehetségessé, ami viszont a távolságok pontosabb felismerését engedi meg. A látásnál elsősorban a főideghártya működik közre; a mellékideghártya segítségével a hal valószínűleg mozgásokat és oldalt álló tárgyakat vesz észre.

A teleszkópszemek a tengermélyi állatok világítószervei által előidézett fény felfogására valók. A napsugarak fénye csak 500—600 méter mélységig hatol le, úgy hogy az alább fekvő mélységekre az örök éjsötétsége borul, melyet azonban kellemesen eloszlat a tengermélyi állatok testének felszínén levő világítószervek gyújtotta tündéres fény. Némelyiknek egész teste sugárzik, másoknak csak egyes pontjai gerjesztik a fényt, s csalogatják vele a zsákmányul szolgáló szervezeteket. A 673. ábrán ábrázolt boahal (*Stomias boa*) hasán pl. megszámálhatatlanul sok foltocska erős fényt sugároz s akarata szerint nemcsak útját világítja meg, hanem alsó ajkán azt a gilisztaalakú kis bajuszt is, mely más halak oda csábítására való. Az ugyanezen képünkön lévő *Melanocetus Johnstoni* pedig fejebűj-

ján, csáp alakú nyelen hordja világító lámpácskáját. Ezerféle a különböző színben ragyogó világítószervek elrendezkedése, úgy hogy a tengermélyi állatok mindegyikének határozott mustrázata van, mely meglepően hasonlít a szárazföldi állatok mustrázatahoz. Csakhogy a szárazföldi állatok bőrfestékszemeckéit sűrűn egymásmellé helyezett kis lámpácskák helyettesítik, melyek az ezeregyéjszaka meséibe illő, különböző színű tündéres fényt árasztanak



677. ábra. Egy tengermélyi lábasfejű (*Calliteuthis reversa*) világítószervének szervezete (hosszmetszet). Chun rajza. *vt* világító test, l_1 és l lencse, r reflektor, pg pigmentburok, t tükrő, *szk* színes kárpit a tükrő előtt, i ideg.

maguk körül. A 674. ábra a *Melanostomias melanops* nevű tengermélyi hal világítószerveit érzékíti; másokon ugyane szervek tigrisszerűen csíkos (*Cyclothone*), majd foltos (*Malacosteus*), vagy sávós elrendezkedésűek. Sokszor csak egyes részeken fordulnak elő. Így némelyik a homlokán, fejbúbján, tarkóján vagy úszószárnyain és farkán hordja mesés fényben tündöklő kis lámpácskáit, melyek különböző színű pigmentből álló fényszóróval, homorú tükörrel és átlátszó fényszóró lencsével vannak ellátva. Szokatlanul különös alakja miatt feltűnő a *Gigantactis Vanhoeffeni* nevű 1500 méter mélységben élő hal, mely fején ormány módjára előrenyúló, a test nagyságával csaknem megegyező hosszúságú s külön izmokkal ide-oda mozgatható tapogatót visel (675. ábra). Ennek gömbszerűleg megduzzadt végén nagy világítószervek vannak, melyek egyikének szerkezetét keresztmetszetben a 676. ábra érzékíti, s melynek alapján egyúttal az összes világítószervek szerkezetéről is képet alkothatunk magunknak. A világítószerv hólyagalakú képződmény, melynek belseje fénytermelő mirigysejtekkel (*vm*) van kibélelve. E mirigysejteket a világító terület kivételével fényszóró színes kárpit (*r*) és fekete pigmentfal veszi körül. Más világítószerveken ezen részekhez még különböző tükrök és fényszóró lencsék járulnak (677. ábra).

Idegrendszer.

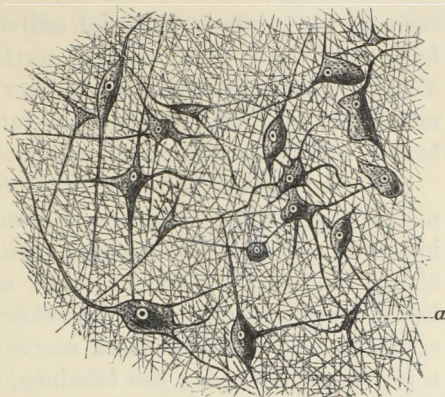
A közfelfogás az idegrendszert az állati test kormányzó készülékének tartja, melynek az a hivatása, hogy az állatok testét alkotó egyes sejteket, szöveteket és szerveket egymással szervesen összekapcsolja és működésüket egy magasabb egység: az egyén érdekében kormányozza. Pedig az idegrendszer ilyen értelemben csak a legmagasabbrendű állatokban működik. Az alsóbbrendűeknél az idegrendszer korántsem teljesít ilyen fontos feladatot, hanem csupán az állatot érő ingereknek gyors vezetésére és a megfelelő reagáló szervekre való áttételére van hivatva. Erre pedig a legalsóbbrendű állatoknál nemcsak az idegrendszer elemei, hanem a többi sejtek is egyformán alkalmasak, csakhogy ez az ingervezetés és ingeráttétel — mint az idegszövet tárgyalása alkalmával (508. oldal) már láttuk — felette lassú, s így csak a helyhez kötött, helyüket nem változtató állatok egyszerű igényeit elégítheti ki. A növényekben éppen ez okból, még a legmagasabbrendűekben sem különültek el az ingerek vezetésére egymással összefüggő idegrostok. Bennük minden élő sejt alkalmas erre. A sejtek az ingereket sejtről sejtre adják, s ezért az ingerekre is csak lassan tudnak felelni.

A növényeknek ez a tulajdonsága végső eredményében az életmóddal kapcsolatos. A növények szervetlen anyagokkal táplálkoznak, s minthogy ezeket mindenütt korlátlanul nagy mennyiségben megkaphatják, helyhez kötött életmódot folytathatnak, szóval olyan gyors helyváltoztatásra, mely az állatoknál úgyszólván mindig a táplálék megszerzését célozza, nincsen szükségük. Az állatok azonban szerves anyagokkal táplálkoznak, melyekhez nem juthatnak hozzá mindenütt megfelelő mennyiségben és minőségben, rájuk nézve tehát a különböző ingerek gyors felfogása és a megfelelő reagáló szervekre (izmokra, mirigyekre) való áttétele a megélhetés egyik feltétele, mert csak az ingerek irányító

hatása vezetheti őket a táplálék megszerzésében és az életfeltételek helyes megválasztásában. Nyilvánvaló, hogy a soksejtű állatokban az ingerek gyors vezetésének, továbbá a felfogó érzéksejtek és a reagáló szervek gyors és biztos összeköttetésének a szüksége adta meg a lökést az idegrendszer képződésére. Ezt az a tény is igazolja többek közt, hogy a helyhez kötött életmódú, továbbá élősködő állatok idegrendszere mindig sokkal fejlettebb mint szabadon élő rokonaiké.

A legegyszerűbb szervezetű soksejtű állatok, a tömlősök sorában a legősibb fajoknak, nevezetesen a szivacsoknak és az alsóbbrendű *Hydropolypok*nak még nincs külön idegrendszerük, mert helyhez kötött életmódot folytatván, a fény, nehézségerő stb. hatásával

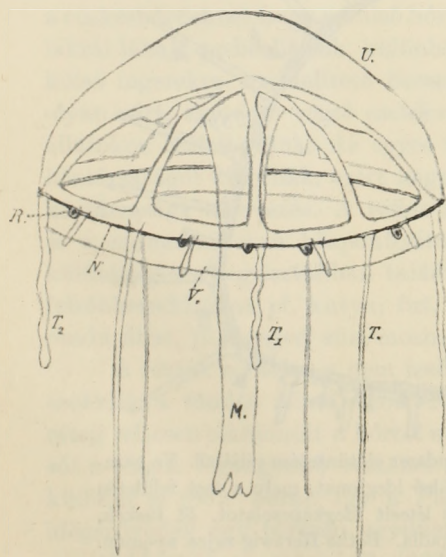
szemben teljesen úgy viselkednek, mint a növények. A magasabbrendű *Hydropolypok* bőrében az ingerek gyorsabb vezetésére már gyér számú idegsejtek különülnek el, melyek egymással össze nem függő, laza, úgynevezett bőridegréteget (678. ábra) alkotnak. A medúzák testében a laza bőridegréteg mellett



678. ábra. A *Sagartia parasitica* bőridegrétege. *a* idegsejt. Hertwig O. és R. rajza.

az érzékszervek számának megfelelő idegcsomócskák különülnek el, melyekhez az ernyő homorú részén (subumbrella) idegsejtekből és rostokból álló idegfonatok csatlakoznak; az előbbieket a központi, az utóbbiak pedig a kerületi idegrendszert képviselik. A fátyoltalan medúzákban a kerületi idegfonattal felruházott központi idegcsomócskák teljesen függetlenek maradnak egymástól, ellenben a fátyolos medúzákban kettős gyűrűalakban lefutó eresztékekkel lépnek egymással összeköttetésbe (679. ábra).

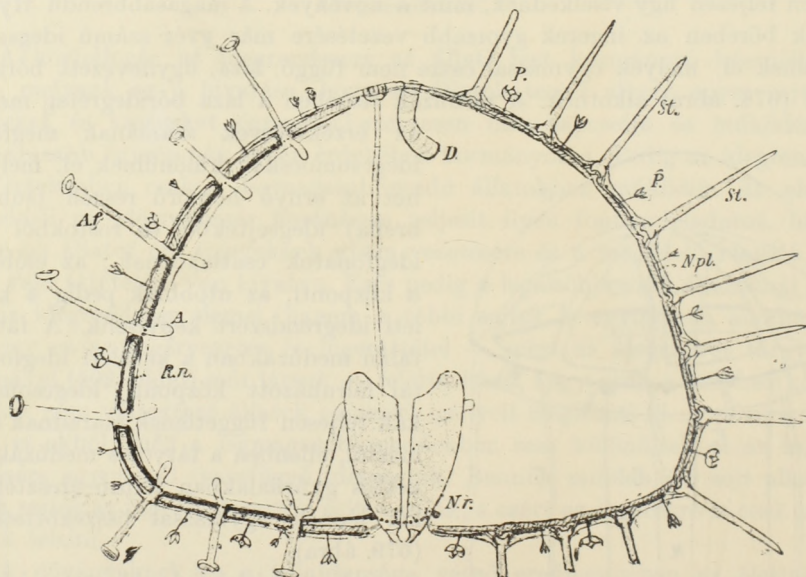
A tüskésbőrűek idegzete három önálló, egymástól független rendszerből áll, úgymint: 1. a külső szájkéji (oralis), 2. a belső szájkéji és 3. a szájellenes végi (apicalis) idegrendszerből. A külső szájkéji idegrendszer a külső felület közelében fekszik és lényegében idegsejtek szövédékeiből áll, melyhez legfontosabb és legállandóbb részül a garatot



679. ábra. Egy hidromedúza (*Goninemus vertens*). *U* ernyő (umbrella) *M* nyél (manubrium), *T* tapogatók (*T*₁ és *T*₂ tapogatók összehúzódott állapotban), *N* ideggyűrű, *R* párkánytest, *V* fátyol (velum). Bethe rajza.

körülvevő ideggyűrű csatlakozik; az utóbbiból indulnak ki az idegsugarak, melyek száma a karok számával egyező. Ez a rendszer (680. ábra) a bőr és a vele összefüggésben levő szervek, továbbá a bélcső beidegzésére szolgál. A belső szájvégi idegrendszer a testfal szájvégi részének a zsigerek felé tekintő belső felületén fekszik és a szájvégi testfalba iktatott izmok beidegzésére szolgál. Végül a szájellenes végi idegrendszer a végbélnyílás mellett fekvő idegsejtcso-móból áll, melyből öt sugarasan futó finom idegrost veszi eredetét; az utóbbiak a karokat és cirrusokat mozgató izmokat idegzik be.

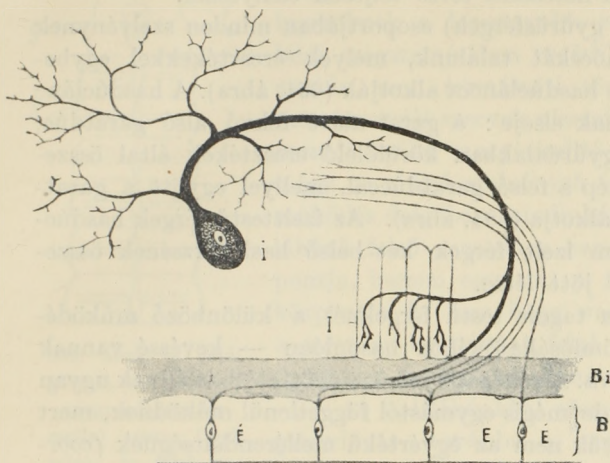
A tömlősállatokban és a tüskésbőrűekben idegrendszerük gyenge fejlettségének és még gyengébb központosításának megfelelőleg az összes működések külső ingerekre gépszerű pontossággal, pusztá reflex útján mennek végbe. Reflex alatt olyan, rendszerint fölötté célszerű működést értünk, mely külső vagy a test belsejében keletkező belső ingerekre az állat akarata nélkül mindig szigorúan egyforma. A reflexműködések szerve az úgynevezett reflex-ív, melynek vázlata a 681. ábrán látható. A test felszínén, a bőrben (*B*) ingereket felfogó érzéksejtek (*E*) foglalnak helyet, melyekkel idegrostok állanak összeköttetésben; ezek az érzéksejtek által felfogott és ingerületté átalakított ingereket közlik az idegrendszer dúcejtjével (*i*), melyeknek idegnyúlványai különböző reagáló szervekkel



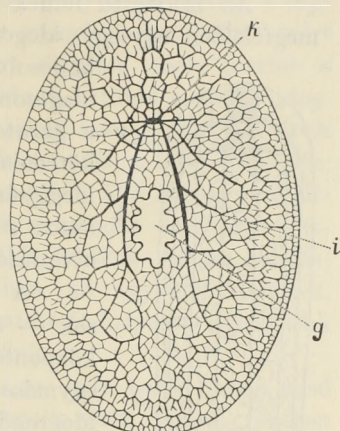
680. ábra. Egy tengeri sűn átmetszve, az idegrendszer előtüntetése céljából. *Nr* garatot körülvevő ideggyűrű, *Rn* idegsugár, *Npl* külső idegfonat, mely a test felületén levő ambulakrális lábak, pedicellariák stb. közt létesít idegkapcsolatot, *St* tüskék, *P* pedicellariák, *Af* ambulakrális lábak, *A* ampulla. Bethe-Hertwig rajza nyomán.

(mirigysejtek, izomsejtek), vázlatunkban pl. a bőr alatt fekvő bőrízomtömlő (*Bi*) izmaival (*I*) állnak összeköttetésben. *Uexküll*, *Loeb* stb. vizsgálatai szerint ilyen egyszerű, egyes reflex-ívek működésére vezethetők vissza a tömlősök és tüskésbőrűek összes cselekvései. Különböző ingerek, továbbá egyazon inger különböző

fokú hatására mindig más és más reflex-ívek jönnek működésbe; egy reflexnek lefolyása pedig mint újabb inger egy másik reflexet válthat ki. Ezen a berendezésen alapszik tehát, hogy jöllehet a reflexek nincsenek központosítva, mégis egységes cselekvés játszódik le szemünk előtt. Gyönyörűen mutatta ki *Uexküll*



681. ábra. A földi giliszta reflex-íve vázlatosan. *É* érzéksejtek, *B*: bőr, *Bi* bőrízomtömlő, *I* a bőrízomtömlő egyes izmai, *i* idegsejt.



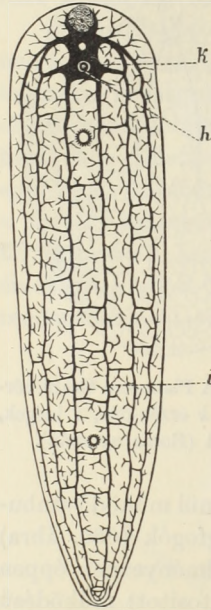
682. ábra. A *Planocera Graffi* bőr-idegrétege, *k* érzék-dúc, *i* idegek, *g* garat (Roule nyomán).

a tüskésbőrűeknél, hogy a külső bőrfelületen egymástól függetlenül működő ambulakrák lábak, pedicelláriák, különböző harapó-, csapó- és méregfogók (680. ábra) külső ingerekre, az említett berendezés alapján, miként eredményeznek éppen olyan zárt, egységes végső cselekvést, mint amelyet a központosított működésű állatokon észlelhetünk. Az egyes reflexek tehát ez állatokban valóságos ideális köztársaságot alkotnak, ezért nagyon találó rájuk az *Uexküll*től ajánlott »reflex-köztársaság« elnevezés. A reflex-köztársaságot alkotó alsóbbrendű gerinctelen és a monarchikusan központosított felsőbbrendű állatok cselekvései között a különbséget a legtisztábban talán a következő hasonlat világítja meg. Ha egy felsőbbrendű állat, pl. kutya, fut, akkor lábait mozgatja, ha pedig egy alsóbbrendű állat, pl. tengeri sün, mozog, akkor ambulakrák lábai viszik előre.

A férgek sorában a nem ízelt testűek idegrendszere a legszorosabban kapcsolódik a tömlős állatokéhoz. Fejlődés annyiban észlelhető, hogy a bőrideréteg teljesen elkülönült a bőrtől s a bőrízomtömlőbe vagy pedig alája húzódott, sőt a férgek legnagyobb részénél az idegszövetek idegdúcokra és idegrostokra különül el (682. ábra). Így a *Polycladák* bőrízomtömlője alatt elterülő laza idegszövetek egy tévesen agydúcoknak nevezett idegcsomócskára és hat hosszanti idegtörzsre tagozódik (683. ábra); ez utóbbiak közül kettő a középvonal mentén (a has belső törzse), kettő a test oldalán (külső oldaltörzs) és végül kettő (a hát törzse) a hát oldalán fut le (683. ábra). Megjegyzendő, hogy a hat hosszanti idegtörzsbe mindenütt idegsejtek vannak beiktatva, tehát az »agydúc« már ezért sem tekinthető kizárólagos központnak. Az agydúc eredetileg a

test közepe táján az érzékszervek szomszédságában fekszik, később azonban a szájnylás felé húzódik, ahol természetesen több az érzékszerv. A felsőbbrendű nem ízelt férgeknek az alsó hasizmok erőteljesebb kifejlődése úgy hozza magával, hogy a has belső törzse a többi idegtörzs rovására túlsúlyra vergődik s ennek következtében a többi hosszanti törzs teljesen elenyészik.

Az ízelttestű férgek (pl. gyűrűsférgek) csoportjában minden szelvénynek megfelelően egy-egy idegcsomócskát találunk, melyek eresztékekkel egybekapcsolva a hasdúc-láncot alkotják (651. ábra). A hasdúc-lánc idegcsomóinak elseje: a garat alatt fekvő alsó garatdúc, a garatot gyűrűalakban körülölelő eresztékek által összeköttetésbe lép a felső garatdúccal, mellyel együtt a garatideggyűrűt alkotja (684. ábra). Az ízelttestű férgek hasdúc-lánca a nem ízelt férgek két belső hasi törzsének összeolvadásából jött létre.



683. ábra. Egy a Polycladákhoz tartozó féreg (*Convoluta Schulzii*) idegrendszere. A bõridegtörzsből az ú. n. agydúc (*k*) és a hat hosszanti idegtörzs (*i*) válik ki, *h* hallóhólyag (Roule nyomán).

A nem tagolt testű férgeknek a különböző működések — a tömlősállatokéhoz hasonlóan — kevésbé vannak központosítva. A reflexszervek összeköttetésben állnak ugyan egymással, de mégis egymástól függetlenül működnek, mert idegrendszerük nem az egyértékű mellérendeltségnek (*coordinatio*), hanem csak az ingerek gyors vezetésének szerve. Az ízelt férgeknek már az egyes reflexszervek, ha nem is egészben, de szelvényenként mindig központosulnak. A vizsgálatokból kiderült, hogy az egyes szelvények az ingerek hatására önállóan, a többiektől függetlenül felelnek, ha tehát egy ilyen férget két vagy három darabra metszünk, az egyes részek a külső ingerekre épp úgy reagálnak, mint az egész példány. Loeb a *Lumbricus foetidus* nevű földi giliszta egész és kettémetszett példányaival kísérletezett, s azt tapasztalta, hogy az egész állatok is, a gilisztadarabok is külső ingerekre teljesen egyazon módon reagáltak. Ez és számos hasonló kísérlet meggyőzően igazolja, hogy az egyes szelvények teljesen úgy működnek, mint az egész állat.

Az ízeltlábúak idegrendszere alaktanilag teljesen megegyezik az ízelttestű férgekével, mert az idegrendszer itt is hasdúc-láncból és garatideggyűrűből áll (685. ábra); ámde élettanilag óriási a különbség, amiről egyszerű kísérlet is meggyőz bennünket. Vágjuk át például egy giliszta és egy rák garatideggyűrűjének — mondjuk a jobboldali eresztékét. A műtét után a giliszta — mintha mi sem történt volna — nyugodtan előre csúszik, míg a rák balratartó körmozgásokat, úgynevezett kényszermozgásokat végez. A gilisztánál tehát a felső garatdúcnak semmi szerepe nincs a mozgások koordinációjában, ellenben a ráknál (s az összes ízeltlábúaknál) a felső garatdúc a mozgás általános központjának bizonyul.

Az ízelt férgek kétségkívül a kezdetlegesebb állapotot képviselik. Náluk a hasdúc-lánc és a garatideggyűrű összes idegcsomói egyértékűek és működésük

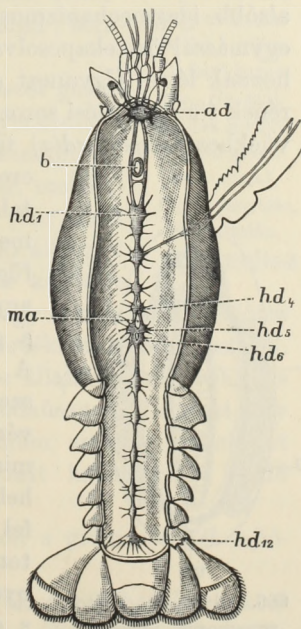
is egyenlő; mindegyik idegcsomó saját szelvényére nézve a mozgás önálló központja. Az ízeltlábúaknál a viszony teljesen megváltozik, amennyiben a felsőbb érzékszervekkel (látás és szaglás) felruházott elülső szelvények helyzetüknél és működésüknél fogva uralkodókká, vezetőkké válnak, mert ők fogják fel azoknak az ingereknek a legnagyobb részét, melyek az állatot a táplálék megszerzésében vezérlik és mozgásra ösztönzik; ezért azután azon természeti törvény alapján, mely szerint a nem használt szervek visszafejlődnek, a többi szelvény idegcsomói önálló mozgásindító erejüket fokozatosan elvesztik s így az elülső szelvények idegközpontja, a felső garatdúc, működés dolgában mindinkább a többi fölé kerül. Az ízeltlábúak felső garatdúca nemcsak a mozgás általános központja, hanem egyúttal a felsőbb érzékek (látás, szaglás) központja is, úgy hogy valójában az agyvelőt képviseli, s ezért az ízeltlábúak felső garatdúciát helyesen agydúcnak (*ganglion cerebrale*) kell neveznünk.

684. ábra. A földi giliszta (*Lumbricus*) idegrendszerének mellő rész. Loeb rajza. *fg* felső garatdúc, *e* ereszték, *ag* alsó garatdúc, *g* garat, *h* a hasdúc-lánc idegdúcai. Azonkívül a test körvonalai és a test egyes szelvényeit elválasztó sővények is láthatók.

A legősibb puhatestűek, vagyis a párosidegűek (*Amphineura*) idegrendszere mindenben a nem tagolt férgekére emlékeztet, amennyiben testükben (pl. *Chiton*, 686. ábra) két pár hosszanti idegtörzs fut végig, melybe helyenként idegsejtek vannak beiktatva. Az egyik pár a test oldalszélén haladó ú. n. oldaltörzs, a másik a talp törzse, mely a test hasoldalán fut végig. Ez a két pár idegtörzs a test elülső részén gyűrűalakú eresztékek által lép egymással és a felső garatdúccal összeköttetésbe. A szóban forgó állatok idegrendszerét a nem ízelt férgekével hasonlítva össze, azt találjuk, hogy a felső garatdúccok a nem ízelt férgek érzéki dúcának, a talp törzsei amazok hasoldali törzseinek, az oldaltörzsek pedig amazok oldaltörzseinek felelnek meg. A nem ízelt férgek idegrendszerének tehát csak egy része hiányzik, jelesen a háttörzs, melynek hiánya azzal áll kapcsolatban, hogy az *Amphineurák* hátán szilárd külső váz fejlődött ki, mely természetesen a

Az ízeltlábúakkal szemben az ízelt testű férgek felső garatdúciát, továbbá a nem tagolt testű férgek tévesen agydúcnak nevezett idegcsomóját, amennyiben az agydúcnak csak egyik jellemző tulajdonsága tünteti ki őket, t. i. a felsőbb érzékszervek központjait egyesítik magukban, érzéki dúcoknak (*g. cerebroidale*) nevezhetjük.

A legősibb puhatestűek, vagyis a párosidegűek (*Amphineura*) ideg-

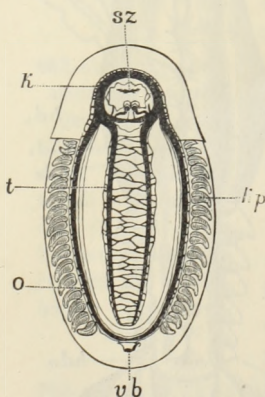


685. ábra. A folyami rák (*Astacus fluviatilis*) idegrendszere. Steiner rajza. *ad* agydúc, *b* bárzsing, *hd₁—hd₁₂* a haslánc dűcai, *ma* mellartéria.

hátizomzat, s vele a hát idegtörzsének elsatnyulását és teljes eltűnését vonta maga után.

A többi puhatestűek idegrendszere a párosidegűek felső garatdúcainak, továbbá a talp- és oldaltörzseikbe beiktatott idegsejteknek újabb tömörülésére vezethető vissza; a tömörülés pedig annak a következménye, hogy a puhatestűek teste nem tagozódik szelvényekre. Amint ismeretes, a puhatestűek idegrendszerében a következő főtagok (687. ábra) különböztethetők meg: a tévesen agydúcna nevezett felső garatdúc, a talpdúc, a köpenydúc, a zsigerdúc és a szaglódúc, melyek eresztékekkel (*connectivum*-okkal) függnek össze. A puhatestűek idegrendszerének működésére vonatkozó kísérletek amellet szólnak, hogy a lábasfejűek (*Cephalopoda*) kivételével egyetlen puhatestű állatnak sincs igazi agydúca, mert idegcsomók a férgékéihez hasonlóan mindnyájan egyértékűek. Ezért a felső garatdúcot, mely sohasem képviseli a mozgás általános központját, nem szabad agydúcna neveznünk, hanem érzéki (*cerebroidalis*) dúcna kell tekintenünk. A lábasfejűek felső garatdúca — Steiner vizsgálatai szerint — működés tekintetében az alsóbbrendű gerincesek nagyagyával egyezik meg, a puhatestűek sorában tehát csak a lábasfejűek osztályában lehet agydúcról szó.

A gerinctelenek idegrendszerének előrebozsátott áttekintéséből kiviláglik, hogy az idegrendszer központosító hatásköre kizárólag azáltal fokozódik, hogy alsóbb idegmechanizmusok fölé mindig újak helyeződnek, melyek a régieket egymással összekapcsolva új idegpályákat és egészen új idegmechanizmusokat hoznak létre. Ugyanezt az elvet látjuk megvalósulva a gerincesek idegrendszerének törzsfjldési sorozatában is. A legalsóbbrendű gerinceseknél, így a csőszívűekhez (*Leptocardia*) tartozó lándsahálnál (*Amphioxus lanceolatus* L.) a test



686. ábra. A *Chiton squamosus* idegrendszere. *k* felső garatdúc, *t* a talp idegtörzse, *o* oldaltörzs, *kp* kopoltyúk, *sz* szájnyílás, *vb* végbél-nyílás (Hertwig O. könyvéből Haller nyomán).

eredeti szelvényezettségének megfelelőleg dúccsomókat találunk, melyeket a gerincagy csak látszólag egyesít, mert az egyes csomók önállóan működnek s egymástól független mozgásindító központok. Az említett állatok agyvelő nélküli idegrendszere tehát teljesen megegyezik a gyűrűs férgek (pl. a földi giliszta) idegrendszerével. A csőszívűeknél fejlettebb szervezetű halak idegrendszere annyiban mutat haladást, hogy a fejet alkotó szelvények dúccsomói — az ízeltlábúakéihoz hasonlóan — mindinkább uralkodókká, vezetőkké válnak. Rajtuk helyezkedtek el a felsőbb érzékszervek, s ezért ők fogják fel a mozgásra indító ingerek legnagyobb részét. A folytonos használatnak megfelelően természetesen e szelvények dúccsomóinak mozgásindító tehetsége is fokozódik, s ezzel kapcsolatban csökken a többi szelvények mozgásindító ereje. Az első szelvények dúccsomói, melyek csakhamar a mozgás általános központjává lesznek, szorosabb összeköttetésbe lépnek a felsőbb érzékszervek idegeivel, s így egy magasabb egységet alkotnak: az agyvelőt. A kételtűektől és főleg a csúszómászóktól kezdve az ideg-

rendszer előbb említett két része: a gerincagy és az agyvelő fölé fokról fokra új idegközpont, az agykéreg helyezkedik, mely az újabb mechanizmusok egész sorozatát zárja magában és az idegrendszer meglevő részei között újabb, bonyolódott központosító összeköttetéseket létesít.

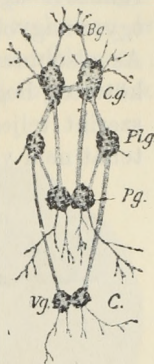
Csak az utolsó két évtized nagyszámú vizsgálatai és megfigyelései derítették ki, hogy a gerincagyban, továbbá előfelé egészen a nagy agyvelőig terjedő agyrészekben foglalt központok és asszociációs berendezések az összes gerinceseknél nagyon egyforma alkotásúak. A külső benyomások elsőfokú értékesítésére és az egyszerű mozgásokra mindenütt ugyanazok az anatómiai berendezések szolgálnak. Így a vizsgálatok egyértelműen bizonyítják, hogy a gerincagyban, a halaktól kezdve az emberig, bizonyos alapmechanizmus ismétlődik, mely lényegében fölötté hasonló a férgek hasdúc-láncában levőhöz. Minthogy egyetlen megfigyelés sem szól amellett, hogy ez a mindenütt annyira egyenlő szerkezetű idegkészülék különböző állatokban különbözően működne, sőt mert minden tapasztalat azt bizonyítja, hogy egyenlő mechanizmusoknak egyenlő működés felel meg, föl kell tennünk, amit egyébként a tények egész sora támogat, hogy a gerincagy mindenütt csak egyféleképpen működik s hogy a gerinceseknél mindenütt csak reflex-mozgásokat eredményez, melyekre az akaratnak semmi befolyása sincs.

Ímént láttuk, hogy a csőszívűek kivételével az összes gerinces állatokban egy új központ, t. i. az agyvelő helyezkedik a gerincagy fölé, mely lényegében minden fokon egyenlő szerkezetű. Ennek működését csak olyan állatokon ismerhetjük meg, melyeknek még nincs agykéreg. Ilyenek a csontos halak. Már most az a kérdés, mire képesek az agykéreg nélkül szűkölködő állatok?

A közel multban elsőrangú tudósok törekedtek e kérdésre megfelelni, s a megvitatásnak az volt az eredménye, hogy a halak csak fölötté kevés asszociációra képesek és csak nagyon csekély mértékben tudnak tanulni. Például megjegyzi maguknak az etetéssel kapcsolatos állandó viszonyokat, s ha ezek elég gyakran ismétlődnek, az állatok éppen úgy odaúsznak az etetési hely felé, mint azelőtt a táplálékhoz. Körülbelül ez volt minden, amit a gyülekezet megállapíthatott, jöllehet több száz, nagyon tapasztalt halismerőtől eredő megfigyelésre támaszkodott.

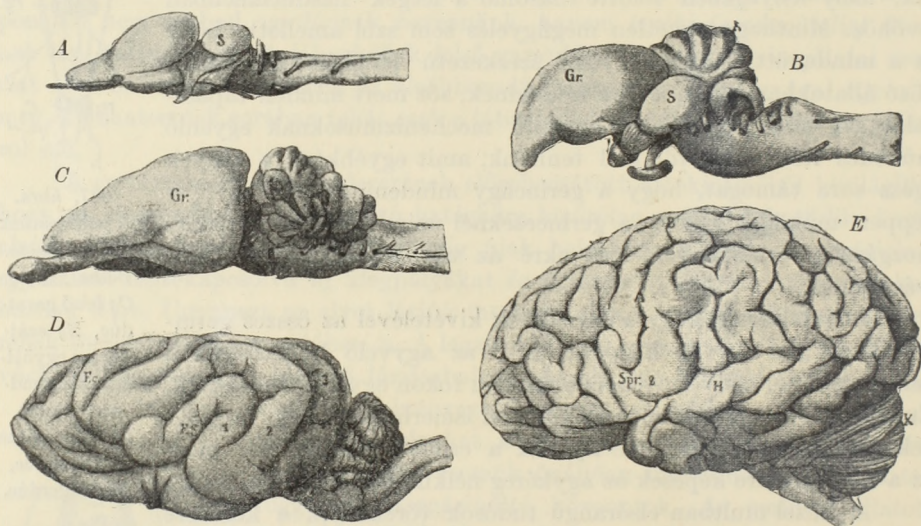
Mindez mintegy varázsütésre megváltozik, amidőn a gerinceseknél fejlődésnek indul az agykéreg.

A törzsfejlődés során a legkisebb kezdetből látjuk ezt a hatalmas központosító szervet kialakulni, mely az emberben olyan óriási arányokat ölt, hogy a többi agyrész csaknem eltűnik mellette (688. és 689. ábra). A csontos és zománcos halaknál még csak vékony hámréteg jelzi helyét, a kételtűeknél már idegrostokkal összekapcsolódó idegsejtekből áll, végül a csúszómászóktól kezdve világosan elkülönül a többi agyrétegtől és főképpen az emlősök osztályában nagy arányokban fejlődik tovább, sőt a tapasztalat amellett szól, hogy



687. ábra.
A puhatestűek idegrendszere.
Bethe rajza.
Cg felső garatdúc, Bg szájdúc (az együttes idegrendszer dúc), Plg köpenydúc, Pg talpdúc, Vg zsigerdúc.

a legtökéletesebb emlősöknél, vagyis az embernél, még mindegyre fejlődik. A legalsóbbrendű kételtűek agykérgében alig néhány idegsejtet számolhatunk össze, a magasabbrendű gerinces állatokban azonban az agykéreg idegsejtjeinek száma egyre nagyobbodik. Az ember agykérgében *Donaldsen* vizsgálatai szerint mintegy 9200 millió idegsejt foglal helyet. Az anatómiai vizsgálatok világosan kimutatták, hogy az állatvilágban a kéregállománnyal felruházott agyköpeny csak fokozatosan képződik és tökéletesedése folyamán egyre nagyobb és nagyobb mértékben lép összeköttetésbe az agy többi részeivel. Az alsóbbrendű gerinceseknél, pl. a békaféléknél még annyira laza az összeköttetés, hogy ha nagy agyvelejüket eltávolítjuk, az állatok *Schrader* vizsgálatai szerint teljesen úgy viselkednek, mint a rendes állatok. Az agykéreg kiirtása tehát nem változtatja meg jellemző nyilvánulásait, mert reakcióik szegmen-



688. ábra. Néhány gerincesállat agyveleje. *A* béka, *B* galamb, *C* nyúl, *D* kutya és *E* ember agyveleje. *Gr* nagyagyvelő (agykéregállománnyal), *K* kisagyvelő, *S* látódomb.

tális reflexekből rakódnak össze, ezeket pedig a nagy agyvelő nagyon kevésbé módosíthatja. Az agykéreg nagyobb mértékű fejlődésével azonban az agy többi részeivel való kapcsolat is mindinkább bensőbbé válik, s ennek révén működése is mindegyre nagyobb fontosságot nyer.

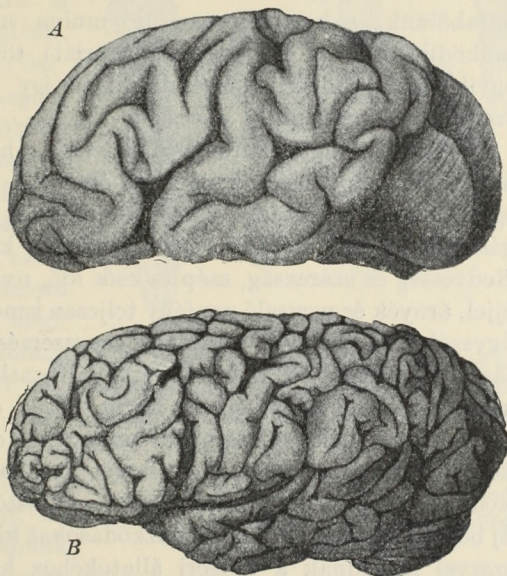
A csúszómászóktól fölfelé már világosan szembeötlő, hogy az agykéregben levő idegsejtek és összekötő idegrostok nagy tömege nem áll arányban az agy egyéb részeiből jövő idegpályákkal, ezért az agykérget anatómiai alapon az eszmetársítás gépezetének kell tekintenünk, mely a kevés pályán idevezetett benyomások között kiszámíthatatlan asszociációi lehetőségeket teremt. Az utolsó harminc év beható vizsgálatai élettanilag is megerősítették az anatómiai elrendezkedésből vont következtetést. Az emlősállatokon tett kísérletek s az emberen történt élet- és kórtani megfigyelések arra utaltak, hogy az agykéreg a legmagasabb, az úgynevezett szellemi működések alapja, mert ennek normális

létéhez fűződnek mindazok a készségek, melyek megtanulhatók és csaknem mindazok a cselekvések, melyek emlékképek felhasználásával mennek végbe, mindenekelőtt pedig az agynak ehhez a részéhez vannak kapcsolva azok a folyamatok, melyeket asszociációknak nevezünk; szóval az agykéreg az asszociatív emlékezőtehetség szerve.

Érdekesnek tartjuk megemlíteni, hogy a gerincesek agykérge, törzsfejlődéstani értelemben, a szaglás központjából fejlődött ki. A kezdetleges agykéreg az érzékszervek közül csak a szaglás érzékszervével állt kapcsolatban és összes asszociációival pusztán csak a szag ingerének felhasználására szorítkozott; a többi érzékszervvel csak később lépett összeköttetésbe. Így pl. a szemnek a középagyvelőben levő elsődleges központja csak a csúszó-mászóktól kezdve lép kapcsolatba az agykéreggel.

Hogy az agykéreg mennyire központosítja a szervek működését, arra nézve felvilágosítást nyújtanak a következők.

Aristoteles idejétől kezdve általában az a nézet volt elterjedve, hogy az agykéreg maga a külső ingerek iránt érzéketlen. Ez a nézet teljesen tévesnek bizonyult, amidőn *Fritsch* és *Hitzig* ezelőtt harminc évvel a kutyán azt a váratlan fölfedezést tették, hogy az agy bizonyos területeinek elektromos ingerlésére rendezett mozgások állanak be. — A *Hitzig-Fritsch-féle* kísérleteket egy sereg állaton: macskán, nyúlra, patkányon, madarakon stb. megismételték. *Beever* és *Horsley*



689. ábra. A egy mikrocefál ember (Manolino) agyveleje, *Giacomini* rajza. B Gauss híres matematikus agyveleje, *Wagner* rajza.

két majomfajon: a parókás makákón (*Macacus sinicus*) és az orangutánon (*Simia satyrus*) vizsgálódott e tekintetben, sőt agyműtétek alkalmával emberen is tettek ily irányú kísérleteket. Ezek a kísérletek egyértelműen annak az eredménynek a megállapítására vezettek, hogy az agykéreg bizonyos részeinek ingerlésére a test ellenkező oldalán mindig egészen szorosan meghatározott izomcsoportok mozgása következett be. A kísérleteknél pontosan meg lehetett állapítani azokat az agykéregterületeket, melyeknek ingerlésére pl. a száj, az elülső vagy hátsó végtagok, a fark stb. mozgása állott elő, egyúttal pedig az a fontos tény is kiderült, hogy az egyes izomcsoportoknak megfelelő agyterületek nincsenek ugyan egymástól élesen elkülönítve, de határaik mégis annyival élesebben tűnnek elő, minél magasabb szervezetű az illető állat. Míg a parókás makákón nem lehetett a végtag egy részének, pl. az ujjnak moz-

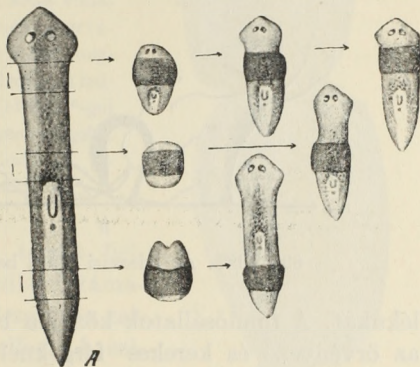
gását előidézni, addig az orangutánál ez sikerült ; az embernél pedig az elkülönülés még élesebben tűnt elő. Mennél magasabb szervezetségű tehát valamely állat, annál inkább részletekre terjedő az agykéregben a helyhezköttőség.

Talán felesleges azt a mondottak után még külön kiemelni, hogy a szervek működésének központosítása mily fontos szerepet visz az állatok individualitásának kifejlődésénél és az »én« érzetének kiképződésénél. Könnyen belátható, hogy a reflex-köztársaságot alkotó alsóbbrendű állatoknál (tömlősállatok, tüskésbőrűek stb.) nem lehet szó »én«-ről olyan értelemben, mint a magasabbrendű, központosított szervű állatoknál, mert a testüket alkotó reflexszervek végeredményben mindnyájan külön egyének, úgy hogy az egyén szerepét vivő állat lényegében számos »én«-ből áll. Ha egy tengeri csillagot öt részre darabolunk, akkor bizonyos idő múlva mindegyik darab önálló egyénként működik. Ha egy férget (pl. Planáriát) több részre darabolunk, akkor mindegyik darab szintén kiegészítődik, s így mindegyik darab önálló egyénként szerepel (690. ábra).

Nagyon figyelemreméltó jelenség, hogy a reflex-köztársaságot alkotó állatok vízben, főleg a tengerben élnek. A tenger, a szárazfölddel szemben, az egyformaságok hazája. Csaknem mindenütt egyenlő a sűrűsége, egyenlő a mozgási ellenállása, szétszórt a világosság, s kicsiny és fokozatos a hőingadozás. Nedvesség és szárazság, szép és esős idő, nyár és tél, fagy és forróság, nappal és éjjel, árnyék és perzselő napfény teljesen ismeretlenek a tengerben. A létfeltételek úgyszólván állandók, s a táplálék megszerzése sem nehéz, azért a reflex-köztársaságot alkotó állatok az ő öröklött, változatlan reflexeikkel és ösztöneikkel valóságos eldorádói életet élnek. Egész életük örökös falásból és szaporításból áll, melyet csak ellenségeik támadása zavar meg olykor. De ez az irigylésre méltó idilli kép nyomban megváltozik, mihelyt az állatok a szárazföldi élethez alkalmazkodnak. A szárazföld változatos s egymástól nagyon eltérő, rideg életviszonyai új berendezéseket és új alkalmazkodásokat kívánnak meg, és csak az állatok belső szervei maradnak a tengeri állatokéhoz hasonlóak. Az ágas-bogas tapogatók, lebegőszervek eltűnnek s helyettük vastag kutikula, chitinpáncél és különböző alkotású szilárd héj fejlődik ; a sugaras alak is megszűnik s a nagyobb nehézségi erő ellenében célszerűbben működő kétoldali részarányos alak lép helyébe. A test nagyobb izomerőkifejtése céljából ízeltté lesz s harántcsíkolt izmok fejlődnek ki. A kétoldali részarányossággal kapcsolatban a száj a test elülső részére húzódik ; természetesen most e nyílás körül lépnek fel a különböző érzékszervek, melyek működése azután — mint az ízeltlábúak idegrendszerének ismertetése alkalmával láttuk — a hasdúc-lánc első idegcsomóját aggyá, az elülső szelvényeket pedig igazi fejjé avatja. Mindezekkel összefüggésben a szervek is jobban széttagozódnak. A tengerben élő tömlősök, tüskésbőrűek és férgek számos hasonló működésű reflex-szervvel vannak fölruházva, ezért náluk az öncsonkítás készsége és a visszaszerző erő nagyon általános jelenség. Az állatok veszedelem alkalmával életük megmentése céljából pazar könnyelműséggel vethetik el szerveiket, mert helyüket azonos működésű társaik könnyen pótolják, mindaddig, amíg bámulatos visszaszerző erejük újakat teremtet. A szárazföldön élőknél a sokirányú alkalmazkodással karöltve a

szervek munkája a részletekig specializálódik, az azonos működésű szervek száma csökken, s egyik szerv a másikat már alig, vagy egyáltalán nem tudja helyettesíteni; ennek következtében a visszaszerző erő is megcsappan, a szervezetnek tehát létföltétele, hogy testét épségben tartsa meg. Ezt pedig csak azáltal érheti el, ha *összes reflex-szerveit központosítja*. Így a szárazföldi élethez való alkalmazkodás hozta létre fokozatosan a központosításnak azt a magasabb fokát, melyet a legmagasabbrendű állatokon tapasztalunk és méltán csodálunk.

Az idegrendszer ismertetése kapcsán kell az *ösztönöket* is érinteniünk, melyek lényegének megállapítása a biológia legnehezebb problémái közé tartozik. Az idegrendszerre vonatkozó újabb vizsgálatok azonban az ösztönökre is fényt derítettek, amennyiben kimutatták, hogy reflexekre vezethetők vissza. Az ösztön a mai természettudományos meghatározás szerint nem egyéb, mint öröklött idegpályákon alapuló, gyakran nagyon bonyolódott reflex. Minthogy a reflexek és ösztönök a testi sajátságokhoz hasonlóan öröklésnek köszönik létüket, azért mechanizmusuk átöröklése és célszerű működése is csak ugyanazon okok eredménye lehet, mint az állatok különböző, bonyolódott szerveié. Ha a bából alig kifiselt pillangó virágról virágra száll, melyeket sohasem látott, ha a pók zsákmányának elejtésére hálót köt, ha a madár fiókái kiköltésére fészket épít, ha a rágcsáló téli eleséget gyűjt, ugyanannak a belső kényszernek és öröklött mechanizmusnak engedelmessékedik, mint amidőn a pete osztódik, amidőn a kezdetben egynemű sejtekből szövetek és szervek keletkeznek s midőn ez utóbbiak meghatározott törvény alapján működnek. A darazsak pompás, sokszor művészi fészkeinek építése semmivel sem csodálatosabb, mint bámulatosan szerkesztett összetett szemének a kiképződése.

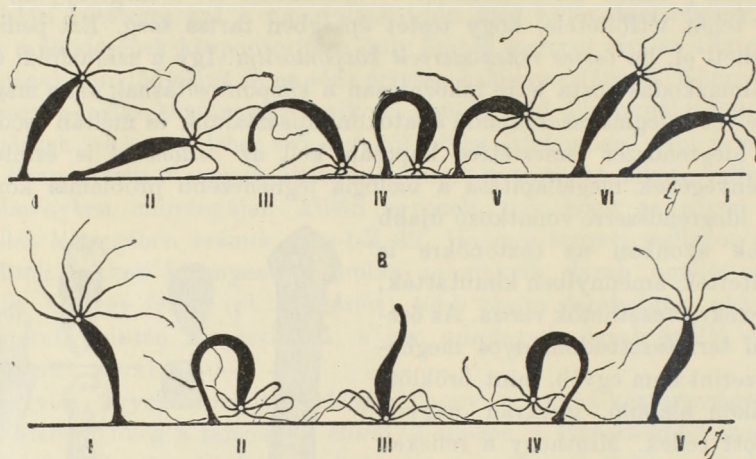


690. ábra. A szétdarabolt Planaria féreg kiégészítődésének folyamata Morgan kísérletei szerint. Morgan a féreg testéből (A) a vonalakkal jelzett részeket kivágta s azt tapasztalta, hogy — mint ábránk mutatja — minden részből új féreg képződött, mert szükség szerint mindegyik darabkához hozzáfejlődtek a megfelelő testrészek.

A mozgás szervei.

A helyváltoztatás tehetsége az állatoknak annyira jellemző sajátsága, hogy a laikus minden mozgó tárgyat állatnak tart. Pedig egy csomó olyan állatot ismerünk, mely a helyváltoztatás tehetségét elvesztette s helyhez kötött életet folytat; azonban ez utóbbiaknak is némely szervei (pl. tapogatók, fogókarok stb.) megtartották mozgási tehetségüket, mert csak ennek révén szerezhetik meg táplálékukat, s csak mozgással védekezhetnek és menekülhetnek ellenségeik elől. A mozgásszerveknek feladata tehát elsősorban a táplálék megszerzésére, a védelemre és menekülésre irányul.

Az alsóbbrendű állatok, a véglények, protoplazmanyúlványok (állábak, csillangók, ostorok) segítségével változtatják helyüket és szerzik meg táplál-

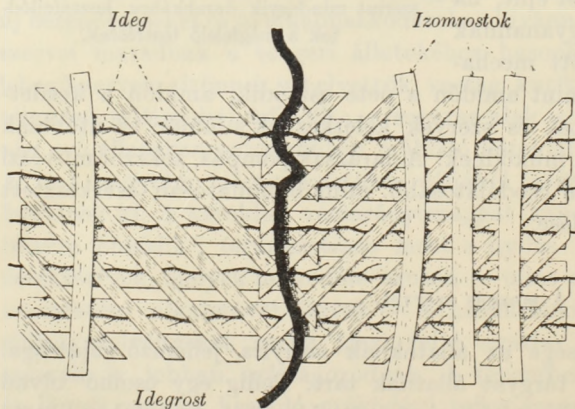


691. ábra. Az édesvízi hidra helyváltoztatásának módja. Jammes rajza.

lékukat. A tömlősállatok közül a bordás medúzáknál, továbbá a férgek közül az örvényező és kerekcső férgenél csillók végzik e feladatot. Az édesvízi hidra pedig tapogatóit lábak módjára használja és talpkorongja segítségével araszolva változtatja helyét (691. ábra). A gerinctelen állatok lárváinak legnagyobb részénél szintén csillagok szolgálnak e célra. A csillagokkal való mozgás azonban csak a kistestű, alsóbbrendű állatoknál válik be, a nagyobbtestűeknél a csillók működése már nem bizonyul elegendőnek, azért helyükbe

erős összehúzódnak alkalmaz, és így gyorsabb s változatosabb formájú helyváltoztatást eredményező izmok lépnek.

Az izmok kifejlődése a váz kifejlődésétől és annak alakjától függ. A váznélküli állatoknál az izomzat a legszorosabb összefüggésben áll a bőrrel, s alatta különböző irányú izomrostokból szeszövedő izomszövetet, úgynevezett bőrizomtömlőt (692. ábra) alkot; izmainak váltakozó összehúzódása és



692. ábra. Egy féreg (Sipunculus) bőrizom-tömlője. Jammes rajza.

megernyedése okozza az úgynevezett féregszerű mozgást. Helyenkint a bőrizomtömlő izmai nagyban felhalmozódnak, pl. a csigák, kagylók talpán. Ebből a bőrizomtömlőből azután azoknál az állatoknál, melyek szilárd külső vázat

választanak ki (pl. ízeltlábúak), egyénülnek ki fokozatosan az egyes testrészeket (test-izmek, végtagok stb.) mozgó izmok olyanformán, hogy a külső váz egyes darabjainak belső részéhez tapadnak (693. és 694. ábra). A külső váz egyes darabjai az izmok eredési és tapadási helyeül szolgálnak, s így összehúzódásukkal és megernyedésükkel ezeket a kemény vázdarabokat különböző helyzetbe hozhatják, ami az egész test helyváltoztatását eredményezi.

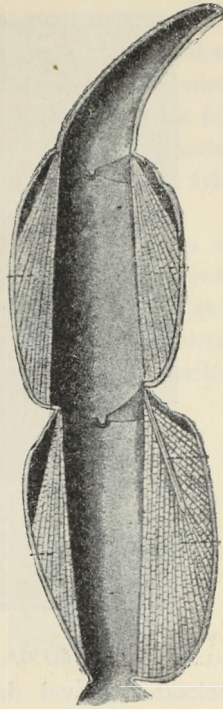
Még nagyobb és tökéletesebb az izmok elkülönülése a gerinceseknél, ahol porcból és csontból álló szilárd és több részre tagolt belvázak fejlődtek, melyek egyúttal a szervek szilárd támaszául szolgálnak, azonkívül pedig az idegrendszert és zsigereket megvédik a külső ártalmas hatások ellen. A szilárd részek az izmok támasztópontjául szolgálnak. Természetesen, ha az egymással mozgékonyan összekapcsolt két csonthoz tapadó izom megrövidül, akkor

a két szilárd rész egymás felé hajlani kénytelen; a szilárd részek tehát e folyamatnál emelőrudak (egykarú emeltyű) módjára működnek (695. és 696. ábra). Minthogy minden izom csak egy irányban húzódik össze, minden munkára külön-külön izomra van szükség; innen ered az izmoknak nagy száma.

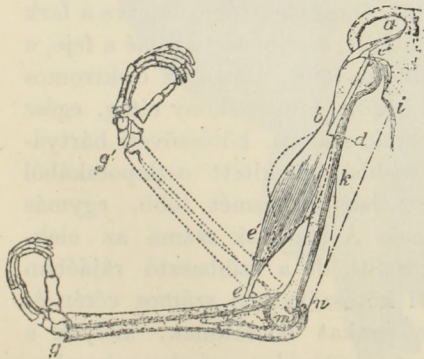
A mozgás szerveivel kapcsolatosan tárgyalhatók a legcélszerűbben az *elektromos szervek*, amennyiben izmok átalakulásából fejlődtek. Ezek a ti-



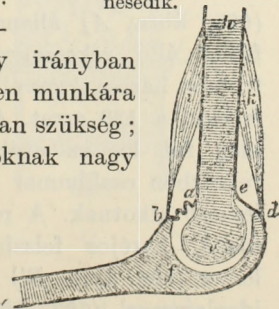
693. ábra. Egy rovar vagy rák csukló ízülete vázlatosan. Graber rajza. A sötét vonalak a külső kemény bőrvázat, *ab*, *cd* pedig a bőr megvékonyodásával alakult ízületi ráncokat jelzik; * gal jelölt rész a forgási tengelyt jelenti; *il* hajlító, *kd* feszítőizom.



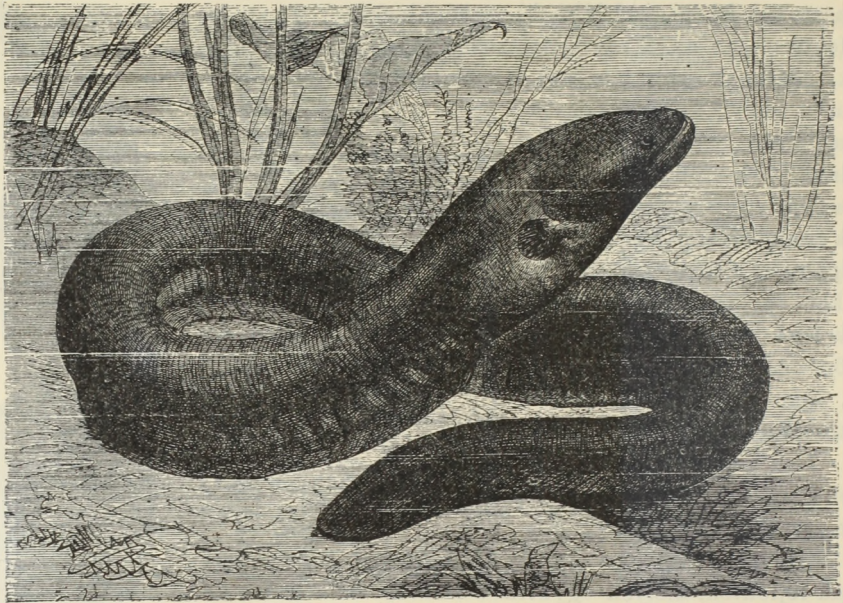
694. ábra. Egy rák lábának három utolsó íze hosszmetsetben. Boas rajza. Az izmok a külső vázhoz tapadnak. A bal oldalon látható izmok összehúzódása alkalmával a láb meghajlik, ellenben a jobboldalon levő izmok összehúzódásakor a láb kiegyenesedik.



695. ábra. Az izmok működésének mechanizmusa az alkarnak a felkarhoz való hajlításával magyarázva. Graber rajza. *aci* vállizület, *cm* felső kar, *mg* alsókar, *ace* a kétfejű karizom, *m* könyökizület, *n* könyöknívány. Ha az alsó- és felsőkart összekötő kétfejű izom (*ace*) összehúzódik, az alsó kar a pontozott vonalaknak megfelelő állásba, *ég'*-be jut.



696. ábra. A könyökizület vázlata hosszmetsetben. Graber rajza. *he* karsont (humerus), *gf* singesont (ulna), *ab* és *cd* ízületi tok, *ib* hajlító, *kd* feszítő izom.

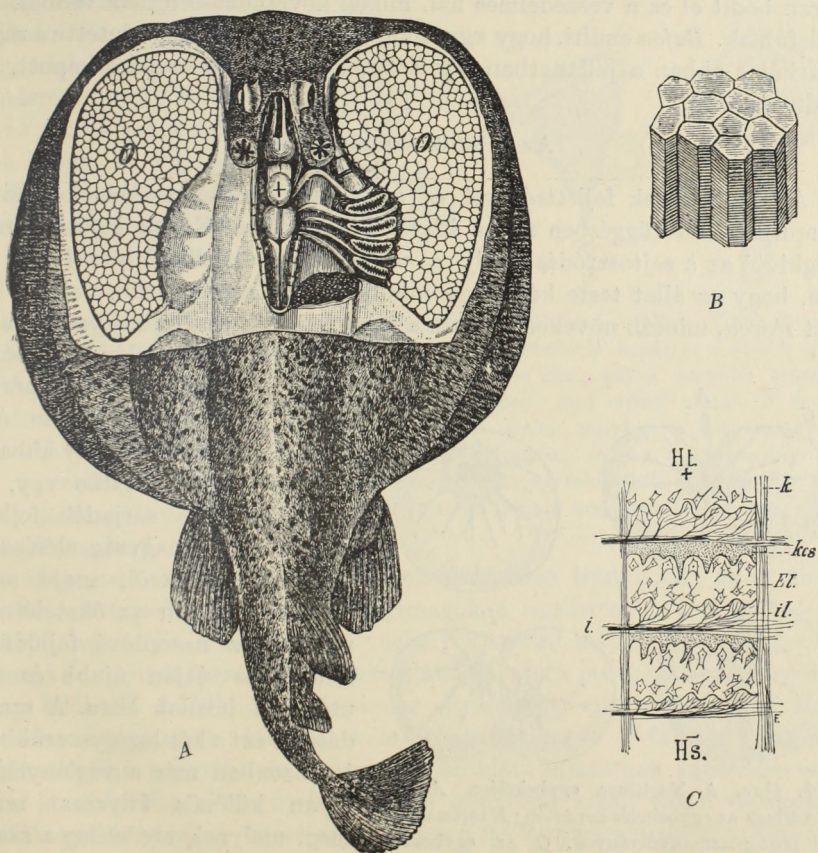
697. ábra. Sajgató hal (*Gymnotus electricus*).

tokzatos erővel dolgozó, csodás szervek csakis a halak osztályában fordulnak elő, s itt is csupán egyes, a rendszerben egymástól távol álló fajokon észlelhetők. Legerősebben fejlettek a sajgató halnál (*Gymnotus electricus*), kevésbé fejlettek a villamos harcsánál (*Malapterurus electricus*) és a zsibbasztó rájánál (*Torpedo marmorata*). A sajgató hal (697. ábra) elektromos szerve a fark hasoldalán, a nagy oldalizmok helyén foglal helyet, a zsibbasztó rájáé a feje, a kopoltyúi és mellúszója közötti térben található (698. ábra), az elektromos harcsáé (699. ábra) pedig bőre és oldalizmai között, mint vékony réteg, egész testében el van terjedve. Az elektromos szervek számos, kötőszöveti hártával elválasztott sokszögletű, vagy többé-kevésbé kerekített oszlopocskából (698. ábra, *A*) állanak, melyeket kötőszöveti hárták ismét több, egymás felett álló rekeszekre (698. ábra, *C*) osztanak. A rekeszek száma az elektromos harcsa szervében a két milliót megközelíti, de a zsibbasztó rájáéban is eléri a 180 ezret. Az oszlopocskák közötti kötőszövetben számos vérér és ideg fut le, ez utóbbiak minden rekeszbe ágakat bocsátanak, melyek a rekeszben csakhamar számtalan finom idegrostra különülve, minden rekeszben lemezt alkotnak. A rekeszekben találjuk azonkívül az izomállományból származó, karéjos felszínű elektromos lemezt is. Ez az átlátszó elektromos lemez (698. ábra, *El*) elválaszthatatlanul összenő az alatta álló, most említett ideglemezzel (698. ábra, *il*); a rekesz hátralévő üres részét kocsonyanemű anyag (*kcs*) tölti ki.

Az elektromos szervnek ezen szerkezete önkénytelenül is a lemezpárok sorozatából összetett Volta-féle oszlopra emlékeztet. Működése nagyjából szintén megegyezik a Volta-féle oszlopéval. Ugyanis az elektromos lemezeknek az

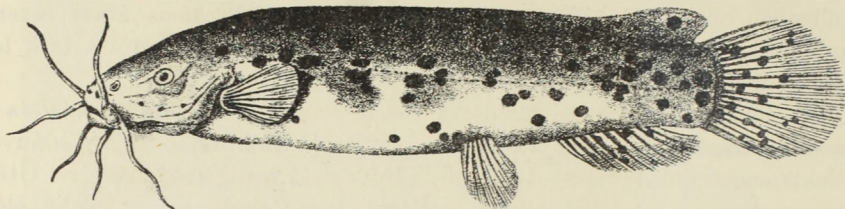
ideglemez felé fordított része negatív, ellentétes oldala pedig pozitív elektromos-ságot fejleszt. A rekeszek elrendezkedése olyan, hogy kisütés pillanatában a zsibbasztó rájának a hasi felszíne, a sajgató halnak farkoldala, az elektromos harcsának pedig a fejrésze negatív elektromos ; a háti, feji, illetőleg a hasi felszín ellenben pozitív. A zsibbasztó rája testében az elektromos áram eszerint a hátoldaltól a has felé áramlik ; az utóbbi kettőben pedig a fejtől a fark felé, illetőleg megfordítva, a farktól a fej felé.

Az elektromos szervek előidézte áram erőssége tetemes. *Schönlein* és *d'Arsonval* vizsgálatai szerint 25—35 cm átmérőjű zsibbasztó rája-példányoknak elektromotorikus ereje 8—17 Volt, az intenzitás pedig 1—7 Ampère. Ütésével három izzólámpát lehet fehérre izzítani, két Geissler-csövet pedig élénk világításnak indítani. Sajnos, hogy a legerősebb elektromos halra, a délamerikai



498. ábra. A zsibbasztó rája (*Torpedo marmorata*) elektromos szerve. *A* az elektromos szerv (*O*) feltárva, természetes helyzetben, az idegrendszer középponti részével való kapcsolatában. *B* néhány elektromos oszlop az elektromos szervből. *C* részlet egy elektromos oszlopból hosszmetsetben, a rekeszek szerkezetét vázolva. *Ht* hátoldal, *Hs* hasoldal, *k* kötőszövet, *i* idegrost, *il* ideglemez, *EL* elektromos lemez, *kcs* rekeszkitöltő kocsonya.

sajgató halra (*Gymnotus*) nézve nincsenek hasonló adataink. Útéseinek félelmetes erejére következtethetünk az állatokra és emberre való hatásából. *Humboldt* írja, hogy Braziliában vizeken átkelő teherhordó állatokat nagyon



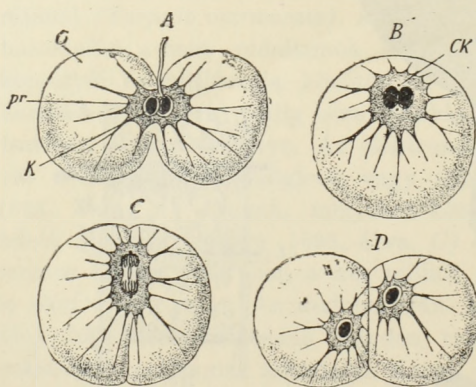
699. ábra. Elektromos harsa (*Malapterurus electricus*).

gyakran bódít el ez a veszedelmes hal, minek következtében nem tudnak úszni és belefúlnak. *Bajon* említi, hogy egy alkalommal ujjával megérintette a sajgató hal farkát s abban a pillanatban oly iszonyú elektromos csapást kapott, hogy a földre zuhant.

Az állatok szaporodása.

Az ivarszervek fejlettségével és az állatok szervezetségének fokával a legszorosabb összefüggésben áll az állatok szaporodása. Ennek legősbibb módja kétségtől az a sejtosztódás, mely a véglényeken észlelhető s melynek az a veleje, hogy az állat teste két, vagy mindjárt több részre oszlik, s az így keletkezett részek, miután növekedés révén a fajra jellemző eredeti nagyságot, alakot

és szervezetséget elérték, újból oszlanak. Ugyanilyen ősi szaporodásmód a szintén véglényeken észlelhető bimbózás is, mely abban áll, hogy a véglény testén egy, vagy egyszerre több sarjadék fejlődik; ezek bizonyos nagyság elérése után leválnak a testről, majd szintén növekedés révén az őket létrehozó véglényhez hasonlóvá fejlődnek, s bimbózás útján újabb és újabb utódokat hoznak létre. A szaporodásnak ezt a két legegyszerűbb módját azonban már a véglényeknél is olyan különös folyamat szakítja meg, melynek eredetileg a szaporodáshoz semmi köze nincsen, de amely a magasabbrendű soksejtű állatoknál annyira összeforrt a szaporodás folyamatával, hogy azt a legújabb ideig a szaporodás megindítójának



700. ábra. A *Noctiluca* egybekelése. A két *Noctiluca* az egybekelés kezdetén; K sejtmagok, pr protoplazmanyűlványok, G az egybekelő *Noctilucák* kocsonyás burka. B és C az egybekelés további két szaka,* melyben a két sejtmag hovatovább teljesen egybeolvad; CK vezértest. D az egybekelt két *Noctilucából* oszlás útján megint két új *Noctiluca* fejlődik.

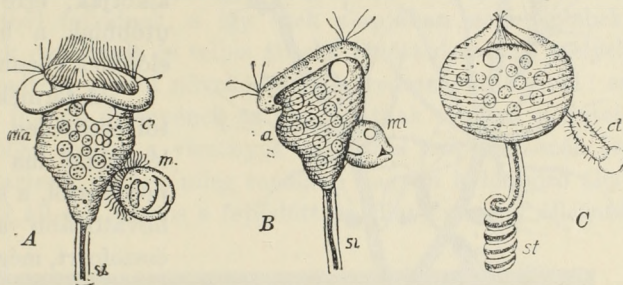
Ischikawa-Weismann rajza.

és nélkülözhetetlen feltételének tartották. A véglények ugyanis, miután bizonyos időn keresztül oszlással és bimbózással szaporodtak, párosával egybekelnek, s egymást kölcsönösen megtermékenyítik. A megtermékenyítés után újból nemzedékeken keresztül oszlással vagy bimbózással szaporodnak.

Az egybekelés maga nagyon különböző módon mehet végbe; lényege azonban mindig az, hogy két, egyénileg, sőt sokszor alakilag is különböző véglény teste az egybekelés folyamán egymással állandóan vagy ideiglenesen összeolvad (700. és 701. ábra). A régiebb bűvárok az egybekelésnek megifjító hatást tulajdonítottak. Felfogásuk szerint — mint már említettük — a véglények az osztódás és bimbózás hosszú sorozatában kimerülnek, elaggnak, az egybekelés folyamata azonban megifjítja az elaggott, roskatag testet, s új erőre, új szaporodásra serkenti a kimerült szervezetet. Ámde az újabb vizsgálatok kiderítették, hogy az egybekelés nem okvetlenül szükséges a véglények életének fennmaradásához, s ezzel egyrészt megdöntötték a megifjodás gondolatának alapját, másrészt pedig valószínűvé tették azt a felfogást, hogy az egybekelés független a szaporodástól s hogy egyedüli célja két, egy fajhoz tartozó lény szerzett és öröklött sajátosságainak keverése.

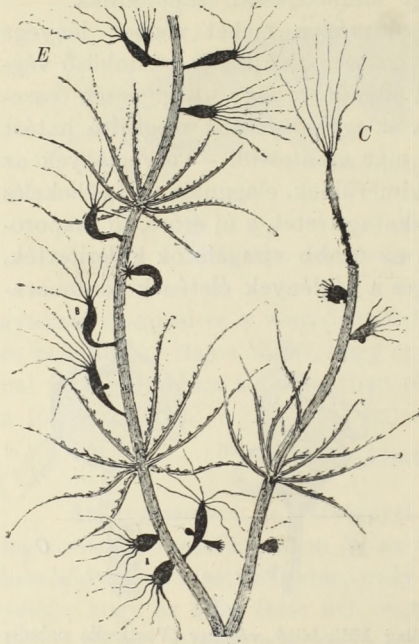
Az egybekelés fontosságának megértése céljából ki kell emelnünk, hogy a véglények sejtmagja rejtje magában azokat az anyagokat, amelyek a szaporodásnál az utódok testének alakulását irányítják; az egybekelés folyamata alatt pedig éppen ezek a legszorosabb viszonyba lépnek egymással, amennyiben a különböző véglények szerint majd teljesen egybeolvadnak, majd anyagokat cserélnek ki egymás között, vagy pedig bizonyos anyagokat teljesen kilöknek testükből. Szóval: az egybekelés, minthogy a test alakító szervében változásokat idéz elő, nem lehet közömbös a fajra nézve; a faj érdekeit szolgálja, amennyiben a szerzett és öröklött sajátságok egyesítése és változatos kombinálása révén új fejlődésbeli irányokat készít elő, a változékonyságot fokozza és ezzel az egyes egyénekben a faj fennmaradását biztosító alkalmazkodó tehetséget növeli.

A soksejtű állatokban az egybekelés folyamatának a termékenyítés felel meg. Valamint az egybekelésben két egysejtű egyén egyesül egymással, úgy a soksejtű állatok termékenyítésének is az a veleje, hogy két sejt-egyen: pete és hímcsirasejt olvad össze egymással. Mindkét esetben az egyesülésre az



701. ábra. Két, alakilag különböző véglény (*Vorticella nebulifera*) egybekelése. *A* az egybekelés kezdete; a kisebb termetű véglény (mikrogonidium = hím, *mi*) a nagyobb termetűhöz (makrogonidium = nőstény, *ma*) erősíti magát. *B* és *C* az egybekelés két további szaka, melyben a két véglény teste teljesen egybeolvad egymással, csupán a hímvéglény sörtes függeléke (*ct*) marad ki az egybekelésből, mely később azután elpusztul. *st* nyél, *cv* lüktető üreg. Greef-Weismann rajza.

osztódás hosszú sorozata következik, természetesen azzal a különbséggel, hogy ezek az egymásra következő osztódások a végvényeknél csupa különválasztott és



702. ábra. Chara-törzsre telepedett hidrák. *A* összehúzódtott állapotban; *B* helyváltoztatáskor, *C* megnyúlt testtel és kinyújtott tapogatókkal a zsákmányra lesve; *E* a bimbózási idejében. Jammes rajza.

egyenlő egyének képződésére vezetnek, a soksejtű állatoknál pedig e származékok meghatározott módon differenciálódnak és együttmaradva, felsőbbrendű egységet, sejtállamot alkotnak. Továbbá a végvényeknél az összes származéksejtek végeredményben mindnyájan ismét alkalmasak az egybekelésre, a soksejtű szervezeteknél ellenben csak egyesek, nevezetesen a csirasejtek, a többiek pedig, melyek a szervezet tulajdonképpeni testét alkotják, erre rá nem termettek; ez utóbbiak a halál áldozatául esnek, az előbbiek ellenben úgyszólván örökéletűek.

A termékenyítés tehát a szaporodástól eredetileg teljesen független. A végvényeknél ma is élesen elkülönül a szaporodástól, a soksejtű állatoknál ellenben hovatovább a szaporodással szervesen összeforrt, még pedig azért, mert az egyéni sajátságok keverődése hovatovább a fajok fennmaradásának nélkülözhetetlen feltételévé lett, ezért azután a termékenyítés is, mint ennek eszköze, a szaporodásnak azzal a szakával forrt egybe, melyben minden soksejtű állat egyetlen egy sejtből áll. Ismerünk azonban olyan állato-

kat is, melyeknél ugyancsak a faj fennmaradásának és széleskörű elterjesztésének biztosítása céljából, a szaporodás folyamata újból függetlenítette magát a termékenyítés folyamatától, ilyenek pl. a szűzen szaporodó (parthenogenetikus) állatok, továbbá azok a soksejtű állatok, melyek vegetatív úton oszlással és bimbózással szaporodnak.

A fentebbiek szerint a soksejtű állatok kétféleképpen szaporodnak, nevezetesen: csirasejtekkel és vegetatív úton. Az előbbi szaporodást, mellyel — mint előbb láttuk — a termékenyítés folyamata szervesen egybeforrt s ettől csak kivételesen, másodlagos alkalmazkodás folytán különül el, *ivaros szaporodásnak*, az utóbbit pedig *ivartalan szaporodásnak* nevezzük.

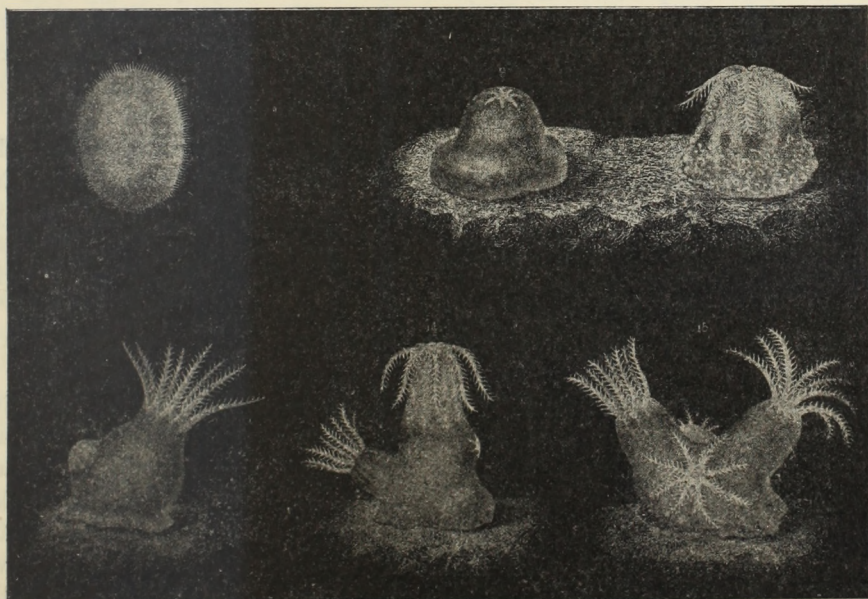
Az ivartalan szaporodásnak két módját ismerjük: az *osztódást* és a *bimbózást*. Mindkettő csak az alsóbbrendű soksejtű állatokon (tömlősök, férgek) észlelhető, tehát azokon az állatokon, melyek nagy regeneráló erejükkel tűnnek ki, vagyis amelyek elvesztett testrészeit bámulatos könnyűséggel meg tudják újítani. Osztódással szaporodnak pl. némely aktiniák és férgek. Ezek teste egy vagy több befűződéssel két vagy több egyenlőtlen részre oszlik; a

részek azután hiányzó testdarabjaikat bámulatos visszaszerző erejük segítségével kifejlesztik és egymástól elválva, önálló életet folytatnak.

A bimbózáásra jó példa az édesvízi hidra (*Hydra viridis*), mely tavasztól kezdve őszi csupán sarjadékokkal szaporodik. A hidra testének egy, vagy egyszerre több pontján szemölcsalakú sarjadék keletkezik (702. ábra, *E*), mely nagyobbodva mindinkább hasonlónak lesz a sarjadékokat létrehozó hidrához, végül a sarjadékok leválnak és önálló életre, továbbá szaporodásra alkalmassá válnak.

Ha az ivartalan szaporodás útján keletkező sarjadékok nem válnak le az anyaállatról, hanem azzal teljesen kifejlődött állapotban is összeköttetésben maradnak és újból bimbózás útján szaporodnak, melyet utódaik folytatnak, változatos alakú állattelepke keletkezik. Így jön létre például a nemes koralltelepe (703. ábra).

Az ivartalan szaporodásra jellemző, hogy az új állatok az anyaállat testének kisebb-nagyobb részeiből fejlődnek, s így ezek alapján nem egyebek, mint az anyaállat testének önállósult és teljes állattá kinőtt darabjai, melyek mintegy az anyaállat túlhajtott egyéni növekedésének eredményei. Szóval: az ivartalan szaporodásnál a fejlődő új egyének az anyaállatnak minden tekintetben hű hasonmásai. Merőben mások a viszonyok az ivaros szaporodásnál. Itt az utód két, egy fajhoz tartozó, de egyénileg rendesen nagyon különböző állat csirasejtjeinek keverékéből áll elő, vagyis a fejlődött új állat nem egy állatnak



703 ábra. A nemes korallnak (*Corallium rubrum*) telepképződésre vezető bimbózása. A helyét szabadon változtató, csillós lárvából helyhez kötött korall-polip fejlődik, mely később bimbózás útján újabb polipokat hoz létre; ezek összessége alkotja azután a koralltelepet. Rajzunk utolsó ábráján már négy polipból álló telep látható.

hű másolata, hanem két, egyénileg és származásilag különböző állat szerzett és örökölt tulajdonságainak csodás összefoglalata.

Hogy mit eredményezhet az egyéni sajátságok keverődése, legjobban és legszembeötlőbben az emberen tűnik elő. Így rendkívülinek éppen nem nevezhető szülői sajátságokból keverődik a mindnyájunk csodálatát felkeltő, világraszóló lángész. Ami az emberre áll, érvényes a szervezetekre és a szervezetek egyes szerveire : az izmokra, csontokra, érzékszervekre, agyvelőre stb. Azokból a különleges sajátságokból, melyeket két egyén törzsfelődése során őseitől örökölt, vagy élete folyamán maga szerzett, kombinálódik egy új harmadik, mely az adott viszonyoknak rendesen megfelelőbb. A kombináció alkalmával a tulajdonságok egymást fokozhatják és egymást gyöngíthetik, ezért az ivaros szaporodás egyfelől új fejlődésbeli irányokat készít elő, melyeket, ha az adott viszonyoknak megfelelők, a természetes kiválogatódás fokoz, másfelől pedig a szélső irányban mozgó egyéni eltéréseket kiegyenlíti, s ekként a faji bélyegeket megerősíti és állandósítja. Az egyes egyének tehát éppen az ivaros szaporodás révén nem válhatnak a szélsőségig eltérőkké, ami pl. az ivartalan szaporodásnál bizonyos körülmények között könnyen megtörténhetne, mert az ivaros szaporodás a termékenyítés útján létrejövő középalakok révén kiegyenlíti a szertelen változásokat, s így segítségével az egyöntetűen maradó, jellemvonásaiban folytonosan erősödő faj a maga egészében célirányosan, vagyis a körülményeknek megfelelő módon, biztos úton haladhat előre a tökéletesedés útján.

Az ivaros szaporodásnak veleje a hím- és női csirasejtek egyesülésében rejlik. Minden ivaros szaporodás tehát a csirasejtek, illetve azok sejtmagjainak egyesülésével kezdődik ; ezt a kezdő folyamatot *termékenyítésnek* nevezzük. Ennél legfontosabb szerepet visz a csirasejtek kromatin-állománya, vagyis az az anyag, amelyet nagyszámú kísérleti vizsgálatok alapján jogosan az átörököltető sajátságok hordozójának tekintünk. A csirasejtek egyesülése előtt nevezetes és rendkívül fontos folyamatok mennek végbe a csirasejtekben. Ezek összességét *érési folyamatok* néven szokás egybefoglalni. A részletekre e helyen nem terjeszkedhetünk ki, azonban a csirasejtek érési folyamatainak legalább főmozzanatait okvetlenül meg kell említenünk, mert nélkülök a termékenyítés lényegét nem tudnók megérteni.

Már az előbbieken (490. oldal) említettük, hogy különböző állatfajoknál a testüket alkotó sejtekben a kromoszómák száma változó, de egyazon faj testét alkotó összes sejtekben kivétel nélkül állandó. Ennélfogva a csirasejtek is ugyanannyi kromoszómát tartalmaznak, mint amennyi az illető állatfajra jellemző. Pl. az ember csirasejtjeiben a kromoszómák száma a test egyéb sejtjeihez hasonlóan 24. Ilyen körülmények között a csirasejtek egyesülése alkalmával a kromoszómák száma megkétszereződne. Ennek elkerülése céljából a csirasejtek érése idejében a bennük levő kromoszómák száma a felére kevesbedik, úgy hogy amikor a termékenyítés alkalmával a hím- és női csirasejteknek magja összeolvad egymással, a megtermékenyített petesejt magjában újból a fajra jellemző kromoszóma-számot találjuk ; a kromoszómák egyik fele apai, másik fele pedig anyai eredetű. Ezzel magyarázható, miért van a két szülőnek : az apának és anyának egyenlő átörökítő ereje. 704. ábránk az *Ascaris*

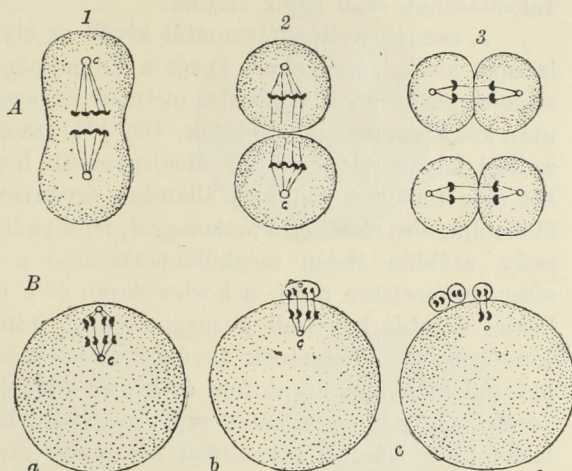
magalocephala nevű féreg csirasejtjeinek fejlődését tárja elénk. A hím- és női csirasejtek anyasejtjei ennél az állatnál a többi sejtekhez hasonlóan 4 kromoszómával bírnak, a belőlük fejlődő hím- és női csirasejteknek azonban csak két-két kromoszómájuk van.

A termékenyítés lényegének megismerésére rendkívül fontos az a tény, hogy az egyesülő csirasejtek alakra nézve bármilyen tetemesen különbözzenek is egymástól, egyben, nevezetesen a kromoszómák számában és minőségében, teljesen megegyeznek. A köztük levő nagyság- és szerkezetbeli különbségek csupán a munkamegosztás elvére és a természetnek arra a törekvésére vezethetők vissza, hogy minden módon igyekszik a csirasejteknek megtermékenyítés nélküli továbbfejlődését megakadályozni. — E célból alkalmas gátló berendezésekkel megakadályozza azt, hogy a csirasejtek egymagukban fejlődésnek indulhassanak és megkönnyíti a csirasejtek összehalálkozását.

A gátló berendezések a csirasejtek közti munkamegosztásból fejlődtek ki. Az egyik csirasejt szolgáltatja a továbbfejlődéshez szükséges összes protoplazmát és tápláló anyagot, ez alkotja a petesejteket. Ezek nagyok és mozdulatlanok lettek és a másik csirasejtet egyesülés céljából már föl nem kereshetik. Utóbbi feladat teljesítését a hímcirasejtek vállalták magukra. Protoplazmában és táplálóanyagban szűkölködnek, ehelyett mozgékony

farki részükkel gyorsan változtatják a helyüket és kicsiségüknél fogva olyan roppant mennyiségben képződnek, hogy bátran milliók mehetnek tönkre, ha csak egy is elérte célját. Minthogy ez a rendesen két különböző egyénből származó két csirasejt így egymásra van utalva, ez egyúttal a legjobb biztosíték arra, hogy az egyesülésben nem egyenlő sajátságok kombinálódnak egymással.

Könnyen belátható, hogy a csirasejteknek most tárgyalt munkamegosztása a csirasejteket egyesülés nélkül a továbbfejlődésben is megakadályozza. A hímcirasejtet mindenekelőtt a protoplazma hiánya gátolja továbbfejlődésében, a petesejt ezzel ellentétben protoplazmájában, sejtmagjában és táplálóanyag-



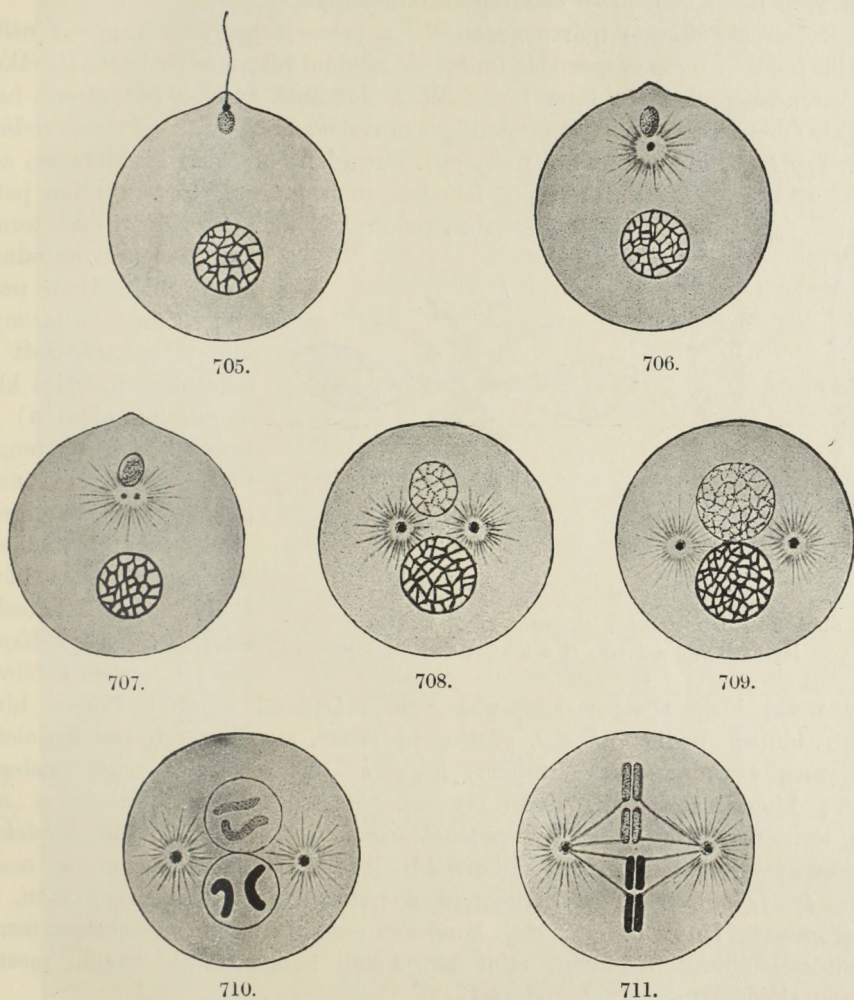
704. ábra. Az *Ascaris megalocephala* hím- (A) és női csirasejtjeinek (B) fejlődése. A felső sor (A) a hímcirasejtek fejlődésének három szakát (1—3) érzékíti; 1 és 2 a hímcirasejt anyasejtje osztlásban, az osztlás folytán keletkező két sejt megint újból oszlik (3), úgy hogy végeredményben a 4 kromoszómájú anyasejtből négy darab két-két kromoszómájú hímsira keletkezik. Az alsó sor (B) a pete fejlődését (érését) mutatja; a a pete anyasejtje, melyből két egymásra következő osztlás (b és c) révén három sarki testecske és az érett petesejt fejlődik, mely azonban az érett hímcirasejtekhez hasonlóan már csak két kromoszómát tartalmaz. C vezértest, mely az érett petesejtben később teljesen visszafejlődik.

beli készletében a továbbfejlődésre szükséges összes feltételeket egyesíti, csupán az érés folyamata alatt visszafejlődött osztókészülék (vezértest) hiányzik belőle. Immár világos lehet előttünk az egész berendezés. A hím és női csirasejtek közti ellentétesség nem az őállapotot jelzi. Kezdetben minden csirasejt önálló fejlődésre volt alkalmas; ebbeli tehetségüket azonban, mely szüzenszaporodás alakjában olykor a felsőbbrendű szervezetek petéin is felcsillan, magasabb és fontosabb élettani cél, nevezetesen az egyéni sajátságok keverődése érdekében feláldozták. E cél szolgálatába szegődött a termékenyítés is, mely biztos megvalósításának csak egyik eszköze.

A termékenyítés folyamatát kivált az olyan állatok petéin lehet jól figyelemmel kísérni, melyeknél kevés a kromoszómák száma. Ilyen pl. az *Ascaris megalocephala* nevű bégiliszta, melynek csirasejtjei csupán négy, illetve az érés után két kromoszómával bírnak. 705—711. ábráink ennek az állatnak termékenyítési folyamatát érzéktik. Megjegyezzük, hogy ez a vázlat, a csekély eltéréseket nem tekintve, az összes állatokra érvényes. A 705. ábra az érett petesejtet ábrázolja, alsó részében a petemaggal, felül pedig a petébe hatoló hímczirasejttel, mely utóbbin élesen megkülönböztethető a hímczirasejtek jellemző három része, nevezetesen a fej, a köztes darab és a mozgékony fark. A hímczirasejt köztes darabja képviseli a magosztódást irányító vezértestet. A 706. ábra a termékenyítés kezdetének további szakát tünteti elénk. A hímczirasejtnak a pete állományába jutott feje és köztes darabja megfordul, úgy hogy a köztes darab, mely a vezértestet rejtí magában, befelé, vagyis a pete sejtmagja felé tekint. Később a vezértest két részre oszlik (707. ábra), s innen kezdve lépésről lépésre követhető (708—711. ábra), miként válik a két fiók-vezértest a magosztódás két sarkává. Eközben a hímczirasejt feji része, mely tudvalevőleg tisztán összetömrített kromatinból áll, szintén nagy változásokon esik át. Első sorban folyadékot vesz fel a pete protoplazmájából (708. ábra) és az így keletkező, mindinkább nagyobbodó hólyagban kromatinállománya széteszlik (709. ábra) és hálós szerkezetet (710. ábra) ölt. Ezzel a hímmag mind nagyságra, mind pedig szerkezetre nézve a petesejt magjához mindinkább hasonlóbb alakot ölt (707—709. ábra). Végül a hímmag és petemag vagy összeolvad egymással, vagy pedig, mint ábránkon is látható, mindkettő önállóan oszlásnak indul (711. ábra). Ez utóbbi esetben a már ismertetett módon mindkét mag kromatinállománya előbb kromoszómákra darabolódik (710. ábra), melyeket, valamint minden magosztódásban, úgy itt is a vezértestek körül képződő magorsófonalak fognak közre (711. ábra) és azokat, *van Beneden* megfigyelései szerint, úgy osztják két részre, hogy a megtermékenyített petesejtből fejlődő mindegyik fióksejt felerészben apai, felerészben pedig anyai kromoszómákat fog tartalmazni. Az új egyén összes vezértestei tehát a hímczirasejt vezértestéből fejlődnek. A pete ezek képzésében nem vesz részt, saját vezérteste pedig, miként azt már előbb kiemeltük, a termékenyítés előtt visszafejlődik. Ábránkon (710—711. ábra) az apai kromoszómák szürkék, az anyaiak pedig egészen fekete színűek.

Összefoglalva a mondottakat, kimondhatjuk, hogy a szaporodás a szervezetek ősi tulajdonsága, melyhez eredetileg a termékenyítésnek semmi köze

sincsen, ezért a termékenyítést korántsem tekinthetjük szaporodásra ösztökélő folyamatnak. A kísérletek azt igazolják, hogy vannak olyan szervezetek, melyek évszázadokon át termékenyítés nélkül, háborítatlanul szaporodnak, anélkül hogy elcsenevészednének vagy szaporodásuk ereje csökkenne. A termékenyítés nélküli szaporodásnak azonban a fajra nézve az a nagy fogyatkozása van meg,



705—711. ábra. A termékenyítés folyamatának vázlata. Boveri rajza.

hogy az utódok mindannyian egyformák, olykor pedig bizonyos kényszerítő körülmények között a szélső variációkba hajlók, s így változékonyságuk, továbbá alkalmazkodó tehetségük csakhamar a fajra veszedelmes módon megcsappan; ezért a természet a faj érdekeire való tekintetből, a véglényektől kezdve a legmagasabb rendű gerinces állatokig, a szervezetekben mindenütt olyan berendezéseket létesített, melyek révén a termékenyítés hovatovább szervesen össze-

forrt a szaporodással, úgy hogy a legmagasabb rendű állatoknál szaporodás termékenyítés nélkül már egyáltalában nem lehetséges. Ismerünk azonban ma is olyan soksejtű szervezeteket, melyeknél a szaporodás újból különvált a termékenyítéstől. Ilyen az alsóbbrendű soksejtű állatok *szűzenszaporodása* és *koranemzése*. Mindkétféle szaporodásmód különös okokból fejlődött ki és a fajnak rövid időn belül való nagy elszaporodására szolgál.

Szűzenszaporodásnál (parthenogenesis) a petesejt megtermékenyítés nélkül fejlődik tovább. Ilyen szaporodás fordul elő például bizonyos rovaroknál, rákoknál, kerekese férgeknek és lapos-férgeknek. Érdekesnek tartjuk felemlíteni, hogy több alsóbbrendű állat petéjét mesterséges művelettel is sikerült szűzenszaporodásra bírni. Így *Loeb*, híres amerikai fiziológus, tengerisün-petéekkel kísérletezve, arra a meglepő felfedezésre jutott, hogy a tengerisün petéi, melyek különben rendes körülmények között csak termé-

kenyítés után osztódnak, ennek hiányában pedig elpusztulnak, bizonyos időre meghatározott sóoldatokba (például klórmagnézium-oldatba) és azután ismét tenger-vízbe helyezve, önmaguktól, termékenyítetlenül továbbfejlődnek.

Tichomirov orosz bűvár több lepke (*Bombyx mori*, *Liparis dispar*) petéjét erős kefével



712. ábra. *Miastor metrolaos* koranemzése. A lárvákkal telt lárvák, B egyes lárvák, C a tökéletes állat.

vagy rövid ideig tömény kénsavba való mártással továbbfejlődésre bírta. Újabb időben pedig *Winkler*, göttingeni tanár, azzal az érdekes észlelettel lepte meg a tudományos köröket, hogy a tengerisünek nagy meleggel megölt hímcsirasejtjeiből, vízzel oly anyagot lehet kivonni, mely a meg nem termékenyített tengerisün-petéket osztódásra készíti. Sőt *Schücking* azt tapasztalta, hogy a legkülönbözőbb ingerek alkalmazásával is osztódásra és fejlődésre lehet serkenteni a petéket, így mechanikai úton, hő, elektromosság, fény stb. hatásával. Mindezen esetekben nem mesterséges termékenyítéssel állunk szemben, mint azt sokan hangoztatták, hanem mesterségesen előidézett szűzenszaporodással.

A koranemzés (pädogenesis) a szűzenszaporodásnak olyan különleges formája, amelynél az állat lárvák állapotban, tehát nem ivarérett alakjában, szűzen, termékenyítés nélkül szaporodik. Koranemzés fordul elő pl. a *Miastor metrolaos* nevű légnél. A *Miastor* lárvájának ivarszervei vannak, melyek petesejteket fejlesztenek. Ezekből a petékből a lárvák testüregében újabb lárvák fejlődnek, melyekből azután végeredményében az ivarérett, tökéletes légy formálódik (712. ábra).

Sok állatnál a most ismert szaporodásmódok (osztódás, bimbódzás, szűzenszaporodás, esetleg koranemzés és ivaros szaporodás) egymással válto-



EGY MEDÚZA (AURELIA AURITA) FEJLŐDÉSE.

A csillókkal fedett mozgékony lárvából /1—3/ helyhez kötött polip /4—8/ fejlődik, melyből testének haránt-oszlása révén /10—11/ ivartalan úton nagyobb számban ivarosan szaporodó medúzák /12—14/ fejlődnek.



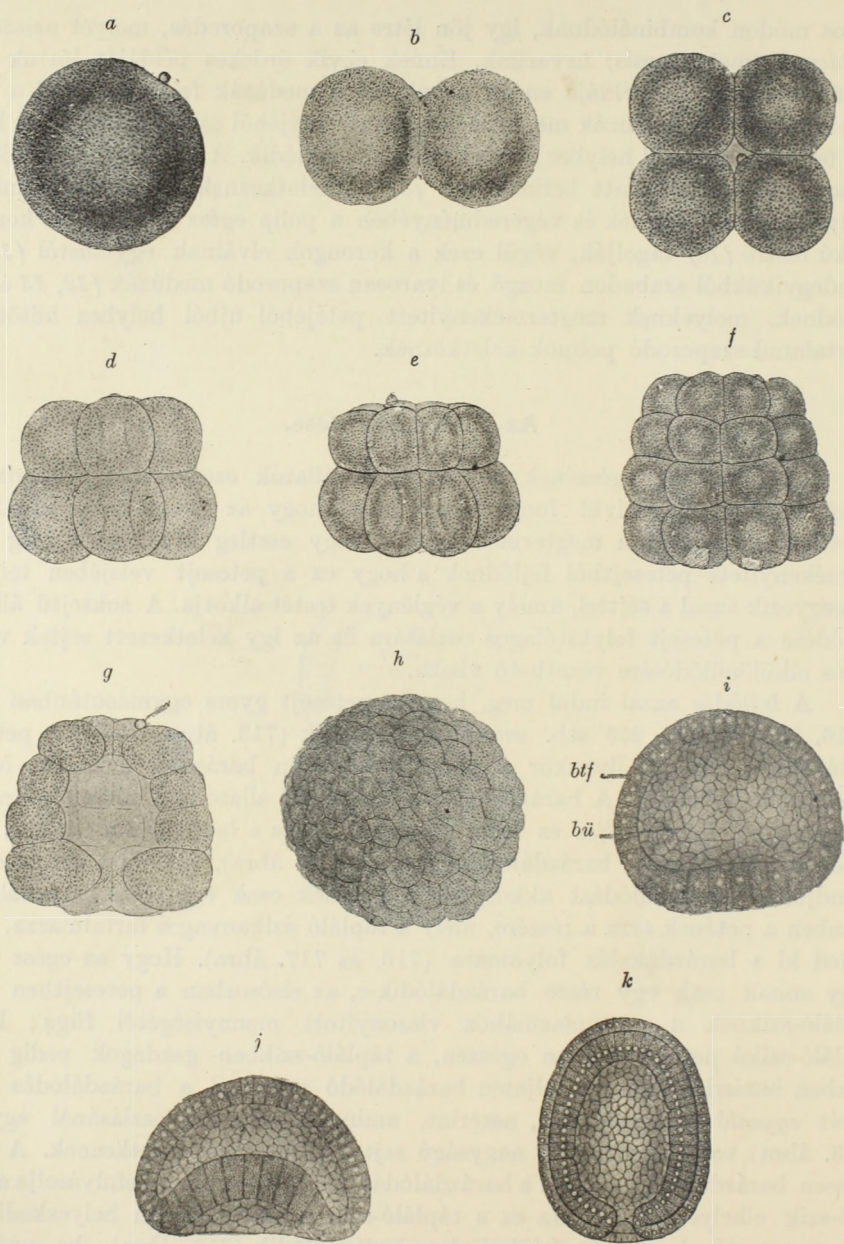
zatos módon kombinálódnak, így jön létre az a szaporodás, melyet *nemzedék-váltásnak* (metagenesis) nevezünk. Ennek egyik érdekes példáját láttuk már az 54. oldalon. Jó példája ennek azonkívül a medúzák fejlődése (lásd a mellékelt táblát). A medúzák megtermékenyített petéjéből csillókkal borított lárva (1) fejlődik, melyből helyhez kötött polip (6) fejlődik. A polip testén később a tapogató-koszorú alatt befűződések (8, 9) keletkeznek, melyek mindinkább mélyebbek (10) lesznek és végeredményében a polip egész testét több korongalakú részre (10) tagolják, végül ezek a korongok elválnak egymástól (11), s mindegyikükből szabadon mozgó és ivaros szaporodó medúzák (12, 13 és 14) fejlődnek, melyeknek megtermékenyített petéjéből újból helyhez kötött és ivartalanul szaporodó polipok keletkeznek.

Az állatok fejlődése.

Az állatvilág egészének és az egyes állatok szervezetének megítélése szempontjából rendkívül fontos az a tény, hogy az összes soksejtű állatok egyetlen egy sejtéből, a megtermékenyített vagy esetleg kivételesen meg nem termékenyített petesejtéből fejlődnek s hogy ez a petesejt velejében teljesen megegyezik azzal a sejtrel, amely a véglények testét alkotja. A soksejtű állatok fejlődése a petesejt folytatódó oszlására és az így keletkezett sejtek változatos elkülönülésére vezethető vissza.

A fejlődés azzal indul meg, hogy a petesejt gyors egymásutánban 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 stb. számú sejtre oszlik (713. ábra, *a—h*). A petesejt oszlását, minthogy ilyenkor a petesejt felületén barázdák láthatók, *barázdálódásnak* nevezzük. A barázdálódás a különböző állatoknál különböző módon megy végbe. Lehet *teljes* és lehet *részleges*. Teljes a barázdálódás akkor, ha a petének minden része barázdálódik (713. és 715. ábra), ellenben részlegesnek mondjuk a barázdálódást akkor, ha a petének csak egy része barázdálódik, ellenben a petének arra a részére, mely a tápláló szikanyagot tartalmazza, nem terjed ki a barázdálódás folyamata (716. és 717. ábra). Hogy az egész pete, vagy annak csak egy része barázdálódik-e, az elsősorban a petesejtben levő tápláló-szíknek a protoplazmához viszonyított mennyiségétől függ; kevés tápláló-szíkű peték rendszeren egészen, a tápláló-szíkben gazdagok pedig csak részben barázdálódnak. A teljesen barázdálódó petéknél a barázdálódás lehet ismét *egyenlő* és *egyenlőtlen*, aszerint, amint a petesejt oszlásánál egyenlő (713. ábra) vagy egyenlőtlen nagyságú sejtek (715. ábra) keletkeznek. A részlegesen barázdálódó petéknél a barázdálódás módját nagyban befolyásolja a tápláló-szík elhelyezkedése. Ha ez a tápláló-szík a pete közepén helyezkedik el, akkor a petének csupán felületi része barázdálódik (716. ábra), ha pedig a tápláló-szík a pete egyik oldalára húzódott, akkor a petének csak a másik, tápláló-szík alig tartalmazó része barázdálódik (717—718. ábra); az előbbi barázdálódást *felületi*nek, az utóbbit pedig *korongalakúnak* mondjuk.

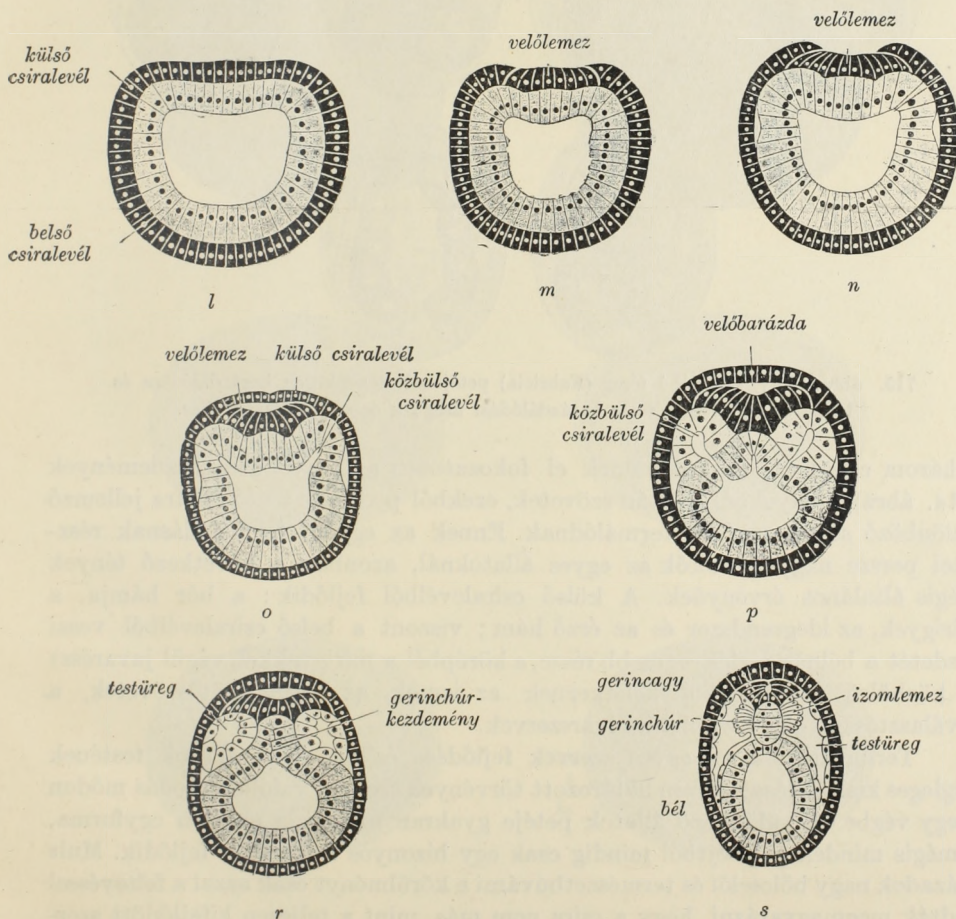
Bármilyen legyen is a barázdálódás módja, eredménye mindig *szederalakú csíra* (morula) lesz (713. ábra, *f*), melynek belsejében, minthogy sejtei folytonos osztódásban vannak, csakhamar üreg, ú. n. barázdálódási üreg



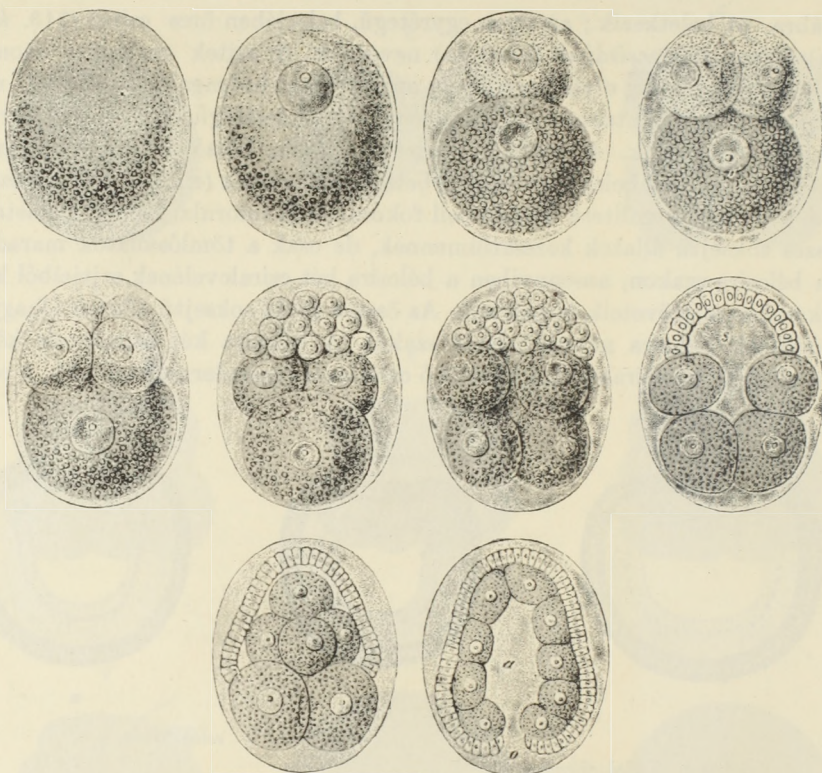
713. ábra. A lándzsahal (*Amphioxus lanceolatus*) petéjének barázdálódása. *a* érett pete fölül sarki golyócskával; *b* a barázdálódás kezdete; *c* négyes osztódási szak; *d* nyolcas osztódási szak; *e* tizenhatos osztódási szak; *f* harminckettes osztódási szak (szederalakú csira, morula); *g* előbbinek hosszmetSZete, belül a barázdálódási üreggel; *h* hólyagalakú csira (blastula); *i* előbbinek keresztmetSZete (*blf* a hólyagalakú csira egysejt-rétegű fala, *bű* barázdálódási üreg); *j* a bélcsira (gastrula) fejlődésének kezdete; *k* kifejlődött bélcsira.

(713. ábra, *g*) keletkezik; az ilyen egyrétegű, belsejében üres csirát (713. ábra, *h* és *i*) *hólyagalakú csirának* (blastula) nevezzük. A sejtek osztódása azonban tovább tart, még pedig olyképpen, hogy az egyrétegű hólyagalakú csirából, részleteiben különböző utakon, végeredményében kétrétegű *bélcsira* (gastrula; 713. ábra, *k*) fejlődik. A bélcsira üregét *ősbélnek*, külső rétegét *külső csiralevélnek* (ektoderma), belső részét pedig *belső csiralevélnek* (entoderma) nevezzük.

A mostanáig említett fejlődésbeli fokozatokon (morula, blastula, gastrula) az összes soksejtű állatok keresztülmennek, de csak a tömlősállatok maradnak meg a bélcsira-szakon, amennyiben a bélcsira két csiralevélnék sejtjeiből különülnek el összes szöveteik és szerveik. Az összes többi soksejtű állatok elhagyják a fejlődésnek bélcsira névvel jelzett szakát. A bélcsira két csiralevele között hovatovább újabb csiralevél, a *közbülső csiralevél* (mesoderma) fejlődik, s ebből



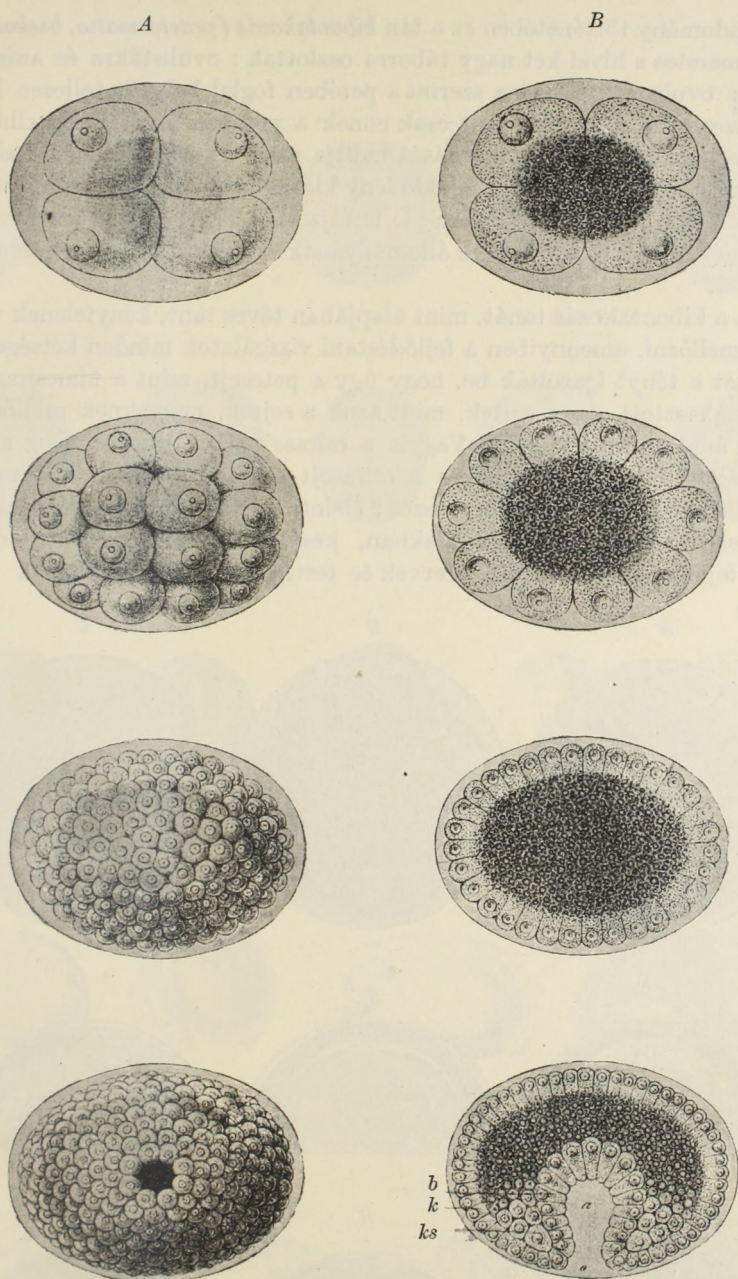
714. ábra. A lándzsahal (*Amphioxus lanceolatus*) közbülső csiralevélnék (mesoderma) és főbb szervekezdeményeinek (gerincagy, gerinchúr és izomzat) fejlődése. *l* a bélcsira keresztmetszete, *m*—*s* sorozatos keresztmetszetek a fejlődés további szakáiból.



715. ábra. Egy sertelábú féreg (Fabricia) petéjének egyenlőtlen barázdálódása és bélesírájának fejlődése. *s* barázdálódási üreg; *a* ősbél; *o* összajnyílás.

a három csiralevélből különülnek el fokozatosan az egyes szervekdemények (714. ábra), melyekből azután szövetek, ezekből pedig az illető állatra jellemző különböző alakú szervek formálódnak. Ennek az egyéni formálódásnak részletei persze nagyon eltérők az egyes állatoknál, azonban a következő tények mégis általános érvényűek. A külső csiralevélből fejlődik: a bőr hámja, a mirigyek, az idegrendszer és az érző hám; viszont a belső csiralevélből veszi eredetét a bélnek leglényegesebb része, a középbél a mirigyekkel, végül javarészt a közbülső csiralevélből keletkeznek az izmok, az összes kötőszövetek, a kiválasztószervek, továbbá az ivarszervek.

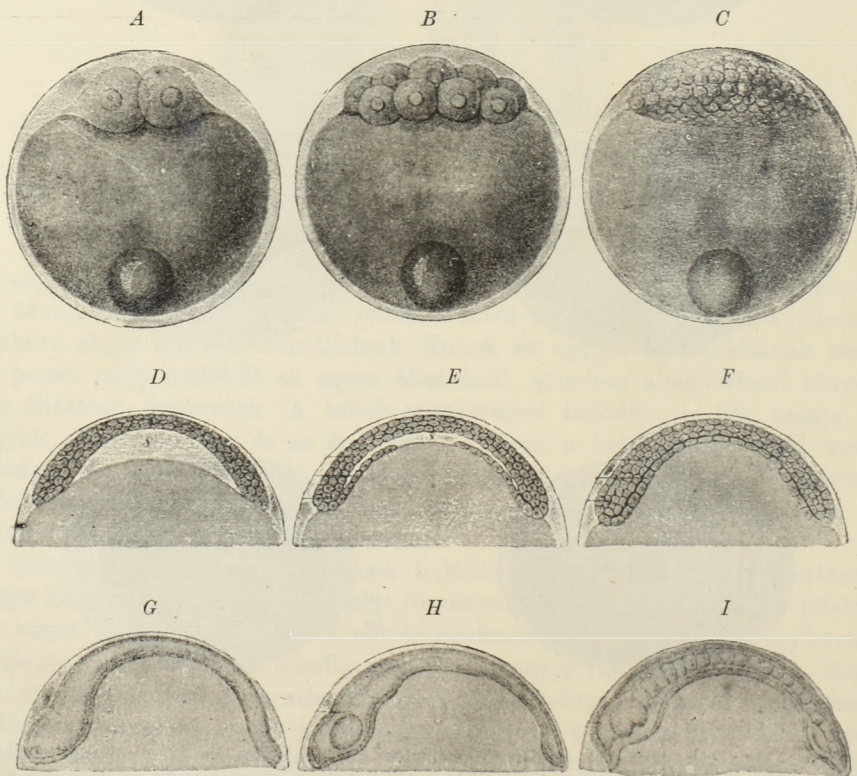
Természetesen az egyes szervek fejlődése és az egyes állatok testének végleges kialakulása egészen határozott törvények szerint, valóban csodás módon megy végbe. A különböző állatok petéje gyakran majdnem egészen egyforma, s mégis minden petesejtből mindig csak egy bizonyos fajta állat fejlődik. Mult századok nagy bölcselei és természetbúvárai e körülményt csak azzal a feltevessel tudták megmagyarázni, hogy a csira nem más, mint a teljesen kifejlődött szervezetnek végtelenül kicsinyített képe. Szerintük a csirában már megvan a kifejlődött alaknak legkisebb kiadása, s ebből egyszerű növekedés révén úgy bontakozik ki az állat végleges alakja, mint ahogy a virág szokott a bimbóból kifesz-



716. ábra. Egy rák (*Peneus*) petéjének felületes barázdálódása és bélcsirájának fejlődése. Az A függélyes sor egymás után a fejlődés előrehaladó szakait érzékíti, a B sor pedig az ezeknek megfelelő keresztmetszetet. *o* ósszaj, *a* ósbélüreg, *b* belső csiralevél, *k* külső csiralevél, *ks* közbülső csiralevél.

leni. A tudomány történetében ez a tan *kibontakozás* (*praeformatio*, *beskatulyázás*) néven ismeretes s hívei két nagy táborra oszlottak: ovulistákra és animalkulistákra. Az ovulisták felfogása szerint a petében foglal helyet a teljesen kialakult lény, s szerintük a hímcsirasejt csak ennek a petében levő, elképzelhetetlenül piciny lényecskének a kibontakozását indítja meg. Az animalkulisták ellenkezőleg a hímcsirasejtben vélték a fejlődő lény kicsinyített alakját felismerni, melyet egyes élénkebb fantáziájú bűvárok le is rajzoltak (721. ábra); szerintük ez az alak termékenyítés után a pete állományának rovására nő ki teljesen tökéletes állattá.

Ma a kibontakozás tanát, mint alapiában téves tant, kénytelenek vagyunk teljesen mellőzni, amennyiben a fejlődéstani vizsgálatok minden kétséget kizáró módon azt a tényt igazolták be, hogy úgy a petesejt, mint a hímcsirasejt kezdetben szakasztott olyan sejtek, mint azok a sejtek, melyeknek milliói később a fejlett állat testét alkotják. Vagyis a csirasejtben nincsen meg a belőlük fejlődő állat kicsinyített képe, s a csirasejt egészen másként van szervezve, mint a belőle fejlődő állati szervezet; eleinte egynemű, s belőle csak lassan, fokozatosan, először egyszerű alakban, később folytonosan bonyolódottabb alakban fejlődnek ki a jellemző szervek és testrészek (lásd például a tüdőshal

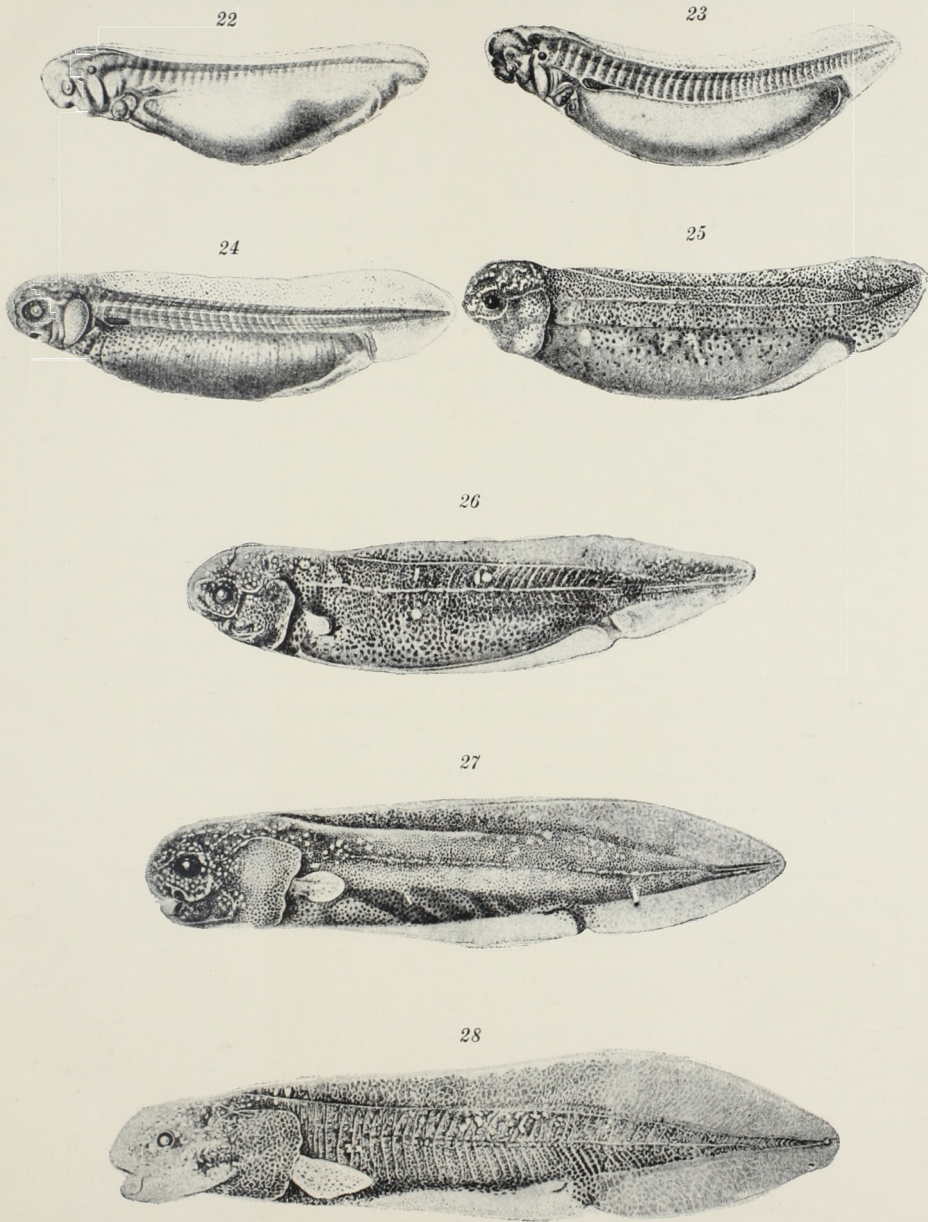


717—718. ábra. Egy csontos hal (*Motella*) petéjének korongalakú barázdálódása (A—C) és embriójának fokozatos kialakulása (D—I).



TÜDÓS HAL (CERATODUS) FEJLŐDÉSE I.



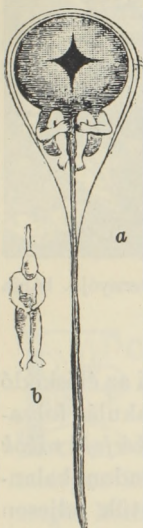


TÜDÓS HAL (CERATODUS) FEJLŐDÉSE II.



(*Ceratodus*) fejlődését ábrázoló melléklet). Ezt a ma általában elfogadott tant, melynek megalapítója *Wolff Gáspár Frigyes* volt, *epigenézis*-tannak nevezzük.

Az állatok fejlődése a különböző állatoknál különböző módokon megy végbe. Az állatok legnagyobb része peterakó (ovipar), azaz petéjét különböző alakú és szerkezetű burkokkal ellátva lerakja, az új állat tehát az anyaállat testén kívül fejlődik. Az állatok kisebb része ellenben elevenszülő (vivipar); ezeknél a peték az anyaállat testén belül, rendszeren annak szövetnedveivel (vérével) táplálva fejlődnek ki és csak bizonyos fejlettségi fok elérése után »születnek meg«, vagyis hagyják el az anyaállatot, illetve a szintén különböző szerkezetű pete- s magzatburkokat.

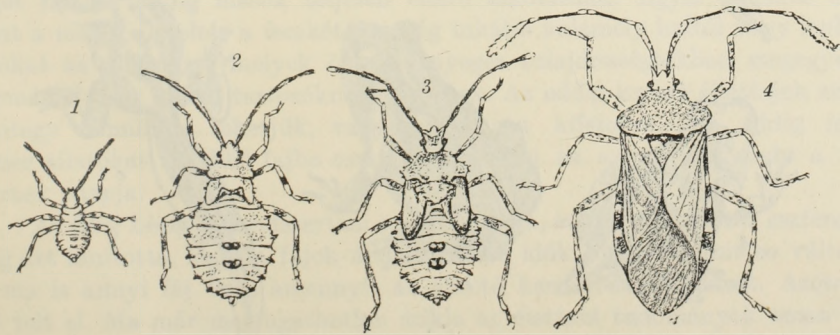


719. ábra.

Az ember
hímcsirasejtjei
az animalku-
listák egykorú
rajzai szerint.
a Hartsoeker,
b Dalepadius
szerint.

Az újszülött, peteburkát elhagyó állat vagy mindjárt hasonlít szüleihez vagy pedig csak később, önerejéből továbbfejlődve, válik szüleihez, hasonlóvá. Az olyan állatot, mely csak később, bizonyos ideig tartó szabad élet után éri el tökéletes alakját, lárvának nevezzük, azt a folyamatot pedig, amelyen keresztül kell esnie, hogy ezt a tökéletes alakját elérje, *átalakulásnak* (metamorphosis) hívjuk. Az átalakulásnak jó példája a rovarok vagy békák átalakulása (720—722. ábrák). Azt, hogy valamely peterakó állat lárvaalakban, vagy pedig mint teljesen kifejlett, szüleihez hasonló formában születik, a petében levő tápláló-szík mennyisége határozza meg. Ha ezen anyagból elegendő van a petében, akkor az átalakulás a petében megy végbe s az újszülött állat mint tökéletes állat jön a világra, míg ha a pete szíkyanyaga az állat teljes kifejlődésére nem elegendő, akkor az állat lárvaalakban hagyja el a peteburkot; ez utóbbi esetben a hiányzó szíkyanyagot önerejéből, bő táplálkozással kell megszereznie.

Az átalakulás lehet: 1. *előrehaladó* és 2. *hanyatló*, aszerint, amint az átalakulás egyes szakaszaiban a fejlődő állat szervezete alakilag tökéletesedik, vagy pedig hanyatlik. Az előrehaladó fejlődés jó példája a lepkék (721. ábra), békák (722. ábra) átalakulása, melyeknél mindig tökéletesebben szervezett alakok következnek egymásra. Viszont a



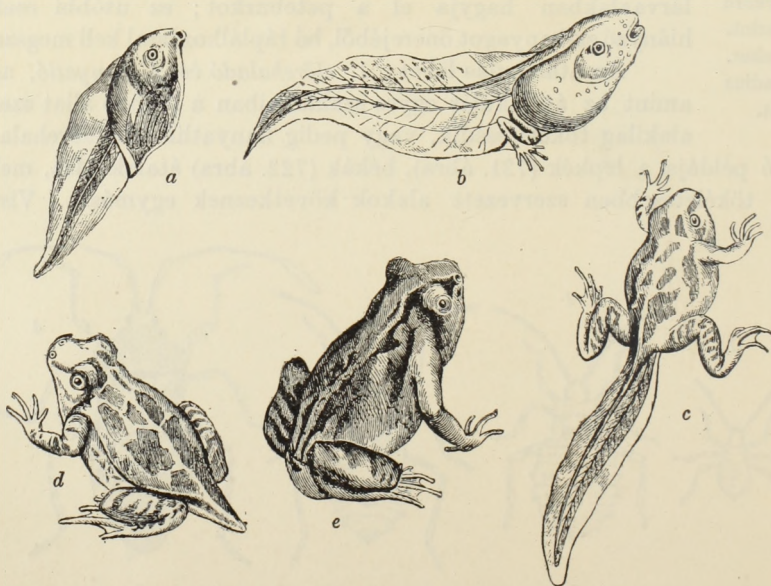
720. ábra. Egy poloska (*Anasa armigera*) átalakulása. 1—3 lárv a fejlődésnek három egymást követő szakán, 4 teljesen kifejldött, ivarérett alak.

Az élők világa.



721. ábra. A halálfejes lepke (*Acherontia atropos*) hernyója, bábja és ivarérett alakja.

hanyatló fejlődésnek klasszikus mintái az élősködő állatok, melyeknek szervezete az átalakulás folyamán egyre csenevész. Például a *gyökérfejű rákok* (*Rhizocephala*) lárváállapotban szabadon kalandoznak és magasan fejlett, ízelt testük teljesen megegyezik a magasabbrendű rákok lárváival, hovatovább azonban az átalakulás folyamán az állat elveszti helyváltoztató és érzékszerveit, teste ízeletlen, zacskóformájú tömeggé egyszerűsödik, mely jóformán csupán csak az ivarszerveket foglalja magában. (Lásd az 55. ábrát a 45. oldalon.)



722. ábra. A béka (*Pelobates fuscus*) átalakulása. *a* végtagnélküli lárva (ebihal), *b* idősebb farkos lárva hátsó végtagokkal, *c* még idősebb farkos lárva mellső és hátsó végtagokkal, *d* fiatal béka csenevész farkkal, *e* kifejldött béka.

AZ ÁLLATOK RENDSZERE.

PÖLDÜNK az élő lények milliárdjainak hazája. Élő lények népesítik be szilárd felületét, a körülvevő levegőburkolatot, a vizek mélyeit. »Minden él!« kiált fel az élet csodálatos jelenségeinek szemléletétől lelkesedésre lobbanó költő és ha a tényeket higgadt ésszel vizsgáló biológus kénytelen is határt vonni az élő és élettelen dolgok birodalma közt, mégis könnyen megérti a költői lélek kitörését, mert valóban, akármerre tekintünk, mindenütt az élet jelenségeivel, élő lényekkel találkozunk, még oly helyeken is, melyeknek néma csendje első pillanatra a halál birodalmát mutatja eszünkbe.

Az élő lények töméntelenségében való eligazodást a rendszer teszi lehetővé. *Systema est filum Ariadneum, sine quo chaos*, mondja *Linné* s valóban, a rendszer eredetileg nem is volt más, mint Ariadne fonala: útmutató az állatok és növények felismerésében. Tudásunk mai fokán azonban egyéb, fontosabb feladata is van: a mai tudományos rendszer kifejezője, tükre az állatok, illetőleg növények közt lévő rokonsági kapcsolatnak.

Az élő lényeket közelebbről vizsgálva, első pillanatra felötlik, hogy míg egyesek annyira megegyeznek egymással, hogy szinte lehetetlen köztük különbséget találni, addig mások teljesen eltérő alkotásúak. Egyik pacsirta olyan, mint a másik, de eltér a fecskétől s még inkább valamely haltól vagy lepkétől. Azokat az állatokat, melyek összes lényeges tulajdonságaikban megegyeznek egymással, egy fajhoz tartozóknak mondjuk. Az eddig ismert állatfajok számát mintegy félmillióra tehetjük, vagy másképpen kifejezve: az eddig ismert összes állatokat félmillió fajba osztjuk be. A faj az az egység, mely a rendszernek alapja.

Az öreg *Linné*, a rendszertani zoológia atyja, ezelőtt másfélszáz esztendővel még azt tanította, hogy a fajok állandóak, az idők során semmit se változtak és ma is annyi faj van, amennyit az alkotó kezdetben teremtett. Azóta sok idő telt el. Ma már megingathatlan szikla az élettani tudományok amaz alap-tétele, — egész tudós nemzedékek vállvetett munkájának gyümölcse — hogy a fajok nem állandók, hanem az évmilliók folyamán, amióta az első élő

lény megjelent a földön, tetemes átalakuláson mentek át. Az élet a földön, a mai biológia tanítása szerint, rendkívül egyszerű szerkezetű lényekkel kezdődött, melyeknek teste egyetlen apró protoplazma-tömegcskéből állott. Ez egyszerű lény utódai különböző természeti erők hatása következtében folyton változtak, szerkezetük bonyolultabb, tökéletesebb lett és e tökéletesedés, különböző irányú átalakulásnak eredményei a ma ismert összes élő lények és maga az ember is.

Az állatok különböző csoportjai közös törzsből fakadtak, tehát rokonságban vannak egymással. A rokonsági kapcsolatot legáltalában családfával lehet jelképezni, melyen, amint annak ágai szétterülnek, közelebbi és távolabbi rokonokat lehet megkülönböztetni. A tudományos állatrendszer minden egyes alkotó eleme egy-egy kisebb vagy nagyobb hajtásnak felel meg. A rendszerező zoológus először a legközelebbi rokonokat foglalja csoportba, azután a rokon csoportokat mind nagyobb és nagyobb egységbe. Így egyesíti a rokon fajokat nembe, a rokon nemeket családokba, a családokat rendekbe, ezeket osztályokba, míg végre a törzs fogalmához jut, mely már oly alaptervnek felel meg, amely szerint az állatoknak tekintélyes nagy csoportja épült fel s a törzsfa egy-egy fő hajtásával egyenlő értékű.

Ámde hosszú volt az idő, míg az állatrendszer hatalmas épülete ennyire kiépült, míg minden alkotórésze kiformalódott. Az első ember, aki az állatokat rendszerbe foglalta, *Aristoteles* volt. Ő, miként egy előbbi fejezetben (424. l.) olvasható, az összes állatokat két csoportra osztotta, ú. m. vérrel bírókra és vértelenekre, helyesebben vörös és színtelen vérűekre. E két csoport a mai rendszer gerinces és gerinctelen állatainak felel meg. *Aristoteles* római epigonja, *Plinius*, messze elmaradt mestere mögött, mert míg *Aristoteles* csodálatos érzékkel oly csoportokat állapított meg, melyek nagyjában mai tudásunk szerint is egységes, természetes rendszertani kategóriákat alkotnak, addig *Plinius* igen kezdetleges módon szárazföldön, vízben és levegőben élő állatokat különböztet meg. *Aristotelestől* kezdve egészen *Linnéig* nincs is olyan bűvár, aki az állatrendszertan terén maradandót alkotott volna. A rendszertani zoológia új kora *Linnével* (1707—78) kezdődik. »Systema naturae« című művének 10. kiadása 1758-ban jelent meg; ettől az időponttól számítjuk a mai rendszertan kezdetét, mert *Linné* e művében alkalmazza először következetesen az állatoknak ma is használt kettős elnevezését, mellyel az illető állat nemét (genus) és faját (species) is megjelöli. *Linné* az állatokat a következő hat csoportba osztotta be: 1. emlősök, 2. madarak, 3. kételtűek (a mai csúszómászók és kételtűek), 4. halak, 5. rovarok és 6. férgek. *Linné* rendszerének Achilles-sarkát az utolsó csoport alkotja, amennyiben a »férgék« csoportjának felállítása élesen magán viseli a kor és *Linné* tudásának elégtelen voltát, mert a »férgék« közé jutottak mindazon állatok, melyeket máshová nem lehetett beosztani.

Míg *Linné* rendszerét főképpen az állatok külső bélyegeinek különbözőségein építette fel, addig *Cuvier*, minden idők egyik legnagyobb zoológusa, anatómiai alapra fektette a magáét. *Cuvier* négy nagy csoportba (grande division) osztotta be az állatokat, mely felosztásban első sorban az ideg-

rendszer szerkezetét vette alapul. E csoportok ismertetését egy előbbi fejezet (427. lap) adja.

A *Cuvier* után következő rendszerezők mind az ő rendszeréből indulnak ki. A rendszer első reformátora *Siebold* volt, aki *Cuvier* negyedik nagy csoportjából (sugaras állatok) Zoophyta néven csak azokat tartotta meg, amelyek csakugyan sugaras szerkezetűek (tömlőállatok és tüskésbőrűek), az összes többit kivette belőle. Mindenek előtt az egysejtűeket választotta külön véglények (Protozoa) néven, a magasabb rendűeket pedig férgek (Vermes) néven foglalta össze és hozzájuk csatolta *Cuvier* ízelt állatai közül a gyűrűsférgeket is, a többi ízelt állat jelzésére pedig az »ízeltlábú állatok« (Arthropoda) elnevezést alkalmazta. *Siebold* rendszerén *Leuckart* annyit változtatott, hogy a Zoophytákat két részre osztotta, tömlőállatokra (Coelenterata), melyeknek nincs külön testüregük, és tüskésbőrűekre (Echinodermata), melyeknek külön testüregük és bélsatornájuk van. Ily módon hét nagy állatcsoportot, törzset kapott: 1. véglények (Protozoa), 2. tömlőállatok (Coelenterata), 3. férgek (Vermes), 4. tüskésbőrűek (Echinodermata), 5. puhatestűek (Mollusca), 6. ízeltlábúak (Arthropoda), 7. gerincesek (Vertebrata). Ezen a beosztáson alapszik a mai állatrendszertan is, melytől az egyes bűvárok csak részletdolgokban térnek el.

Említettük, hogy a tudományos állatrendszert kifejezője az állatok rokonságának. A rokonság megítélésében három tudományág: a bonctan, a fejlődéstan és az őslénytan ad útbaigazítást.

A régi rendszerezők megelégedtek azzal, hogy az állatokat külső hasonlatosságuk vagy különbözőségük alapján osztották csoportokba. Hogy ez az eljárás mily kevésbé tudományos és mily kevésbé adhat helyes képet a rokonsági kapcsolatról, rögtön világossá lesz, ha meggondoljuk, hogy a hasonló életmódhoz való alkalmazkodás a legkülönbözőbb származású állatokra rányomhatja a külső hasonlatosság bélyegét. Hiszen a külső hasonlatosság alapján a ceteket a halak közé kellene beosztanunk. S az ilyenféle tévedések nem is voltak ritkák, mint az állattan története bizonyítja. A bonctan ilyen esetekben biztos útmutatást ad s ellenmondást nem tűrően készíten bennünket arra, hogy a ceteket az emlősök közé osszuk be.

A fejlődéstan az a tudomány, melynek fontossága a rendszertan szempontjából napról napra nagyobbodik. A már régebben ismert, de *Haeckel* által pontosabban körülírt és mai alakjába öntött, ú. n. biogenetikai alaptörvény azt tanítja, hogy az egyén fejlődése rövidre szabott ismétlése a törzs fejlődésének, vagyis az egyén fejlődése folyamán keresztül megy mindazokon a változásokon, melyeken elődei az idők során keresztül mentek. Amint az összes állatok egysejtű lényektől származtak, éppen úgy minden egyed egy sejtből, a petesejtől veszi eredetét; a megtermékenyített petesejtől szedericsra (morula), majd bélcsira (gastrula) lesz. Ez utóbbi fejlődési szakot a ma élő állatok közt a tömlőállatok képviselik, melyek megállottak a fejlődés ezen fokán; az állatok nagyobb része azonban ezen az állapoton túlfejlődött, magasabb fokú szervezettséget ért el. A biogenetikai alaptörvény ismeretéből könnyen megérthetjük azt a feltűnő jelenséget, hogy egyes állatcsoportok fiatalkori alakjai, lárvái alsóbbrendű állatokhoz vagy

más, tőlük lényegesen eltérő szervezetű állatok lárváihoz hasonlítanak. A lárvák hasonlatossága közös eredetre, illetőleg más alsóbbrendű állatoktól való származásra vall. A csigák és kagylók lárvája pl., melyet a tudomány veliger-lárva néven ismer, feltűnően hasonlít az apró, mikroszkópikus kicsinységű kerekességek (Rotatoria) kifejlődött alakjaihoz, ami arra vall, hogy a csigák és kagylók a kerekességekkel közös eredetűek. Igen fontos támasztékot nyújt továbbá a fejlődéstan, midőn oly állatok rendszertani helyét kell megállapítanunk, melyek egészen különleges életmódhoz alkalmazkodva elkorcsosodtak, amilyenek pl. az élősködők. A mi tengerünkben is közönséges bernátrák hasoldalán egy állat él, mely a gazdaállat testébe fúródott elágazó, gyökérszerű részből és az azon kívül található tagolatlan zacskóból áll. Ez az állat a *Peltogaster paguri*. Igen érdekes, hogy a *Peltogaster* lárvái szabadon élnek és szervezetük teljesen megegyezik az alsóbbrendű rákok ú. n. nauplius-lárvájának szerkezetével. A lárva később a bernátrákra telepedik és a csinos állatka fokozatosan átalakul az imént említett idomtalan zacskóvá. Ime, a fejlődéstan megmutatta, hogy a *Peltogaster*, melyet nemcsak a laikus, hanem az állatvilág titkaiban járatos zoológus se tartott volna ráknak, az alsóbbrendű rákok közé tartozik.

Az állatok természetes, rokonságon alapuló rendszerének megállapításában harmadik megbízható útmutatónk az őslénytan. A fajok, a családok, egész állatcsoportok éppen úgy nem örökéletűek, mint maguk az egyének. Van kezdetük, van végük. A földkéreg rétegeiben eltemetve számos oly állatfaj és állatcsoport maradványai fordulnak elő, melyeknek ma élő képviselői nincsenek. E kihalt állatok nem egyszer oly élő állatok közt alkotnak összekötő láncszemet, melyeknek közelebbi rokonságára kihalt rokonaik ismerete nélkül még gondolni is alig mernénk. Mindenki tudja, mily nagy a különbség egyrészt a csúszómászók (kígyók, gyíkok, teknősök) és másrészt a madarak között. Vajjon merne-e még a legélénkebb képzelőtehetség is arra gondolni, hogy ez állatok igen közel rokonai egymásnak? És mégis! A solenhofeni palák rétegei közül előkerültek egy csodálatos, kihalt állatnak, az *Archaeopteryx*nek maradványai, s íme, ennek testét tollak fedik, elülső végtagjai szárnyakká alakultak át, de hosszú farka van, mint a mi gyíkjainknak, állkapcsai fogakkal vannak megrakva, elülső végtagjainak ujjai karmokkal vannak ellátva, tehát szervezeténél fogva mintegy középütt áll a madarak és gyíkok között.

Ha már most e három tudományág világánál az állatokat természetes rendszerbe akarjuk osztani, mindennek előtt két élesen elhatárolt csoportot kell megkülönböztetnünk, egyik az egysejtű, a másik a soksejtű állatok csoportja. A tudomány az előbbieket *Protozoa*, az utóbbiakat *Metazoa* néven ismeri. A Protozoák a rendszerben egyik törzs gyanánt szerepelnek. Ők lévén a legegyszerűbb szervezetű állatok, először velük fogunk foglalkozni.

I. törzs. Végvények (Protozoa).

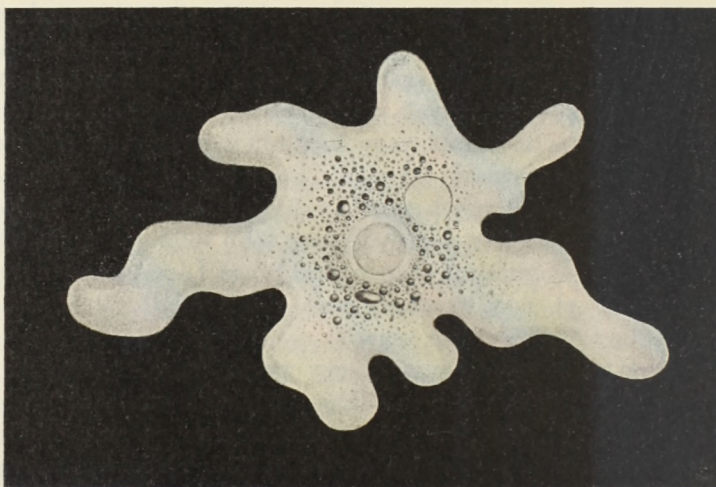
A végvények törzsét a legegyszerűbb szerkezetű állatok alkotják, melyeknek közös bélyegük az, hogy testük egyetlenegy sejtből áll. Tudjuk, hogy a legalsórendű növények szintén egysejtűek és sokszor bizony nem könnyű eldönteni, hogy valamely egysejtű lény az állatok vagy növények közé sorolandó-e? Sőt ismerünk olyan alakokat is, melyek némely tulajdonságukban az állatokkal, másokban meg a növényekkel egyeznek meg (v. ö. 27. l.). Az az éles határ tehát, mely az állatokat és növényeket elválasztja egymástól, igen bizonytalanává válik, amint a fejlődés lépcsőjén mélyebbre és mélyebbre szállunk.

A végvények sorába legnagyobb részt igen apró, jobbra csak nagyítóüveggel látható állatok tartoznak, melyek rengeteg mennyiségben népesítik be a tengerek, tavak, folyók, mocsarak, pocsolyák vizeit; egyesek a nedves talajban vagy moha alatt is megélnek, más végvények meg más állatok belsőjében élősködnek. Egy részük szabadon uszkál a vizek nyílt tükreán, más részük meg moszatok közt, növények szárán, vízbe hullott korhadó faleveleken stb. tanyázik. Ha ilyen moszatot vagy korhadó növényrészt nagyítónk alá teszünk, szinte mindig biztosak lehetünk, hogy egy-két, de néha tömérdek végvényt is találunk rajta. Vannak azonban köztük olyanok is, melyeket éles szem nagyító nélkül is meglát, némelyek meg több milliméter, sőt több centiméternyi nagyságot is elérnek. A köznép által Szent László-pénze néven ismert kavicszerű tárgyak pl. nem egyebek, mint kihalt óriási végvények, a Foraminiferákhoz tartozó Nummuliták házai.

A végvények testét tehát egy sejt, egy protoplazma-tömegecske alkotja. Benne egy vagy több tömöttebb összeállású részt, a magot lehet megkülönböztetni. (724. ábra, *nu*; 728. ábra, *n*.) A protoplazma és a mag végzi mindazokat az életműködéseket, melyeket a soksejtű állatokon több sejtéből álló szervek teljesítenek. Az egyszerűbb szerkezetű végvények plazmájában még nem találunk oly elkülönült részeket, melyekről ki lehetne mutatni, hogy bizonyos meghatározott szerepet visznek az állat életében. A magasabbrendűek testének bizonyos részei azonban már akként módosultak, hogy csak valamely meghatározott feladatot tudnak teljesíteni, szerepük tehát teljesen megegyezik a soksejtűek szerveinek szerepével, azért ezeket a berendezéseket sejtszerveknek, organelláknak szokták nevezni. A csillangós ázalékállatok közt vannak oly bonyolult szerkezetű formák, melyeknek szervezettsége egyenesen bámulatot kelt, mert szinte az összes fontosabb életfolyamatok végzésére külön sejtszerveik vannak. A táplálékot a szájníyláson (728. ábra, *s*) át veszik fel, ahonnan az a garatba (728. ábra), majd a test plazmájába jut, ahol megemésztetik (730. ábra 7). A táplálék meg nem emészthető részei az alfelnyílláson át távoznak el. A folyékony bomlástermékek kiválasztására a lüktető üröcske (730. ábra, 8) szolgál, mely tehát azt a feladatot teljesíti, mint a magasabb rendű állatok veséje. Mozgásszerveik igen különbözőek: egyszer az ú. n. állábak (723. ábra), máskor hosszú, ostornak nevezett fonalak (728. ábra), ismét máskor gyorsan mozgó szőrök, a csillangószőrök (731. ábra) szolgálnak helyváltoztatásra.

Szaporodásuk a legegyszerűbb esetben kettéoszlással történik (ivartalan szaporodás), máskor azonban igen bonyolult folyamatok révén, melyet két egyén egybekelése (conjugatio), azaz a termékenyítésnek egyik sajátos módja előz meg.

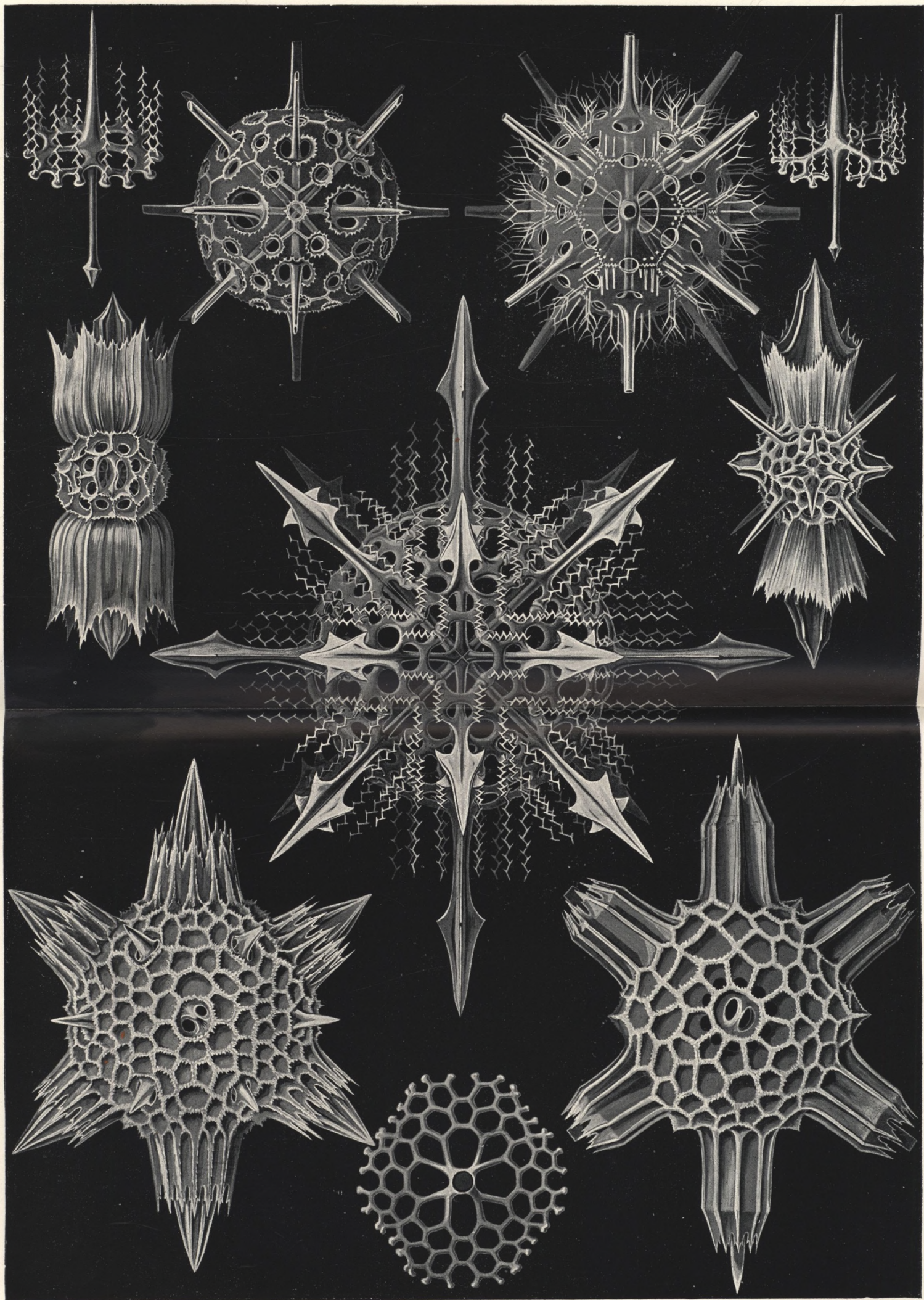
Igen érdekes jelenség a véglények életében a betokozódás. Ha ugyanis a körülmények annyira kedvezőtlenek lesznek, hogy létüket veszélyeztetik, pl. elfogy a táplálék, befagy a víz vagy éppen teljesen elpárolog, akkor szilárd tokot választanak ki maguk körül s annak belsejében álhalott állapotban várják meg, míg az életkörülmények kedvezőbbé nem válnak. Ha valamely pocsolya beszáradt talajából egy keveset oly vízbe teszünk, melyben előbb egyáltalán nem voltak élő lények, már pár óra múlva látni fogjuk, hogy a víz hemzseg a sok egysejtű élő lénytől, melyek vízbe jutva, újra életre ébredtek.



723. ábra. Amoeba Proteus. Entz Géza rajza. Erősen nagyítva.

A véglények törzsét négy osztályra osztjuk. Ezek: 1. *sarkode-állatok* (Sarcodina), 2. *ostoros ázalékállatok* (Mastigophora vagy Flagellata), 3. *csillangós ázalékállatok* (Ciliata), 4. *spórás-állatok* (Sporozoa).

E csoportok között a fejlődés legalsóbb fokát a *sarkode-állatok* képviselik, melyeknek a mozgásra és táplálék szerzés céljaira szolgáló külön szerveik még nincsenek. A táplálékot az állat egyszerűen teste plazmájába (sarcodé) temeti, mely annak megemészthető részeit megemészteti, a többit pedig kiveti magából. Mozgásszerveikül az állatok szolgálnak. Ezek különböző alakú protoplazmanyúlványok s az igazi lábaktól abban térnek el, hogy nem állandó szervek, hanem a szükségnek megfelelően keletkeznek és eltűnnek ismét. Az állat u. i. abban az irányban, amelyben mozogni akar, plazmanyúlványokat bocsát ki, segítségükkel megtapad s előre húzza egész testét, miközben az állatok eltűnnek. A mozgás eme nemét amébaszerű mozgásnak nevezzük az améba nevű állatkáról (723. ábra), melyen először tanulmányozták. Az améba az eddig



A SUGÁRÁLLATKÁK (RADIOLARIA) MŰVÉSZI ALKOTÁSÚ VÁZAI.

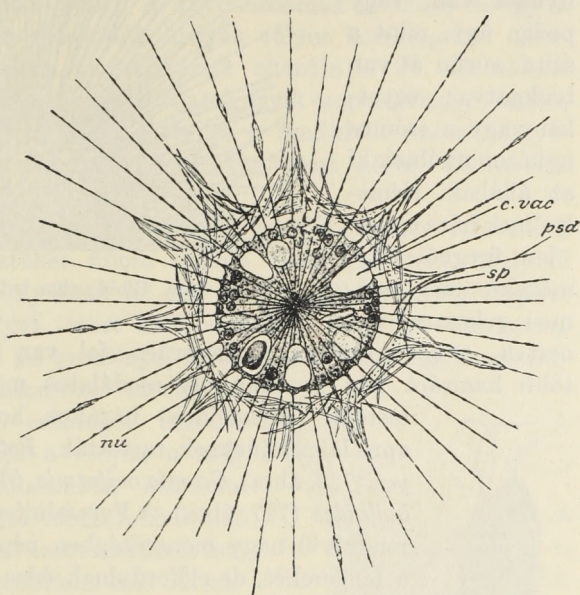
Haeckel Ernő rajza.

1. Dorataspis typica.
2. Diporaspis nephropora.
3. Lychnaspis miranda.
4. Lychnaspis polyancistra.
5. Echinaspis echinoides.

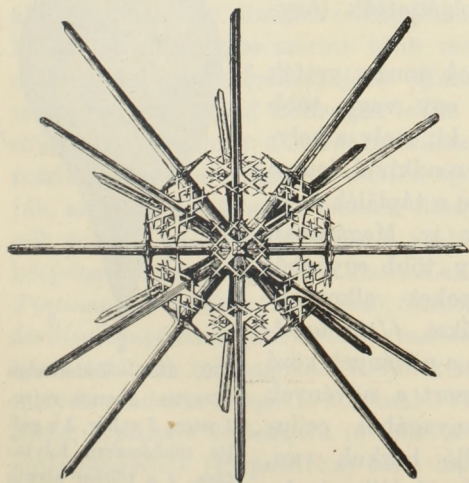
6. Diplocolpus costatus.
7. Diploconus hexaphyllus.
8. Icosaspis elegans.
9. Hexaconus serratus.
10. Hexacolpus nivalis.



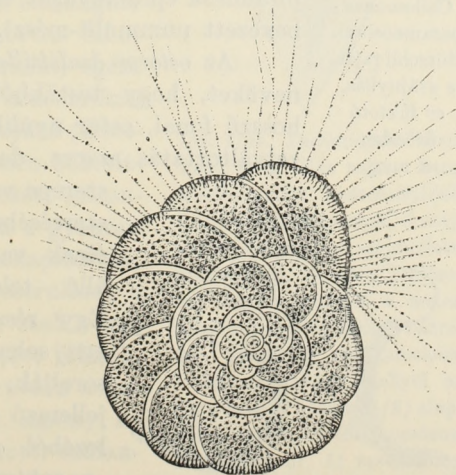
ismert legegyszerűbb állat. Teste egy plazmacseppből áll, melynek belsejében magot találunk, azon kívül lüktető úrt. Nevét (amoibos görögül annyi, mint változékony) onnan vette, hogy alakja nem állandó, hanem folyton változik, hol ebben, hol abban az irányban nyúlnak ki belőle állábak és húzódnak ismét vissza. A napállatkák (Heliozoa) már tökéletesebb szervezetek (724. ábra). Alakjuk állandó, gömbded, amelyből sugárszerűen nyúlnak ki rendkívül finom plazma-fonalakból álló állábuk. *Actinosphaerium Eichornii*, *Raphidiophrys* (724. ábra). A napállatkákhoz sok tekintetben hasonlítanak a sugárállatkák (Radiolaria), de eltérnek tőlük abban, hogy testük belsejében egy ú. n. középonti tokot lehet megkülönböztetni, mely az egész szervezetnek legfontosabb része, mert ebben folynak le az élet összes lényeges folyamatai. A sugárállatkák legnagyobb részének szilárd váza van, melyek az élő természet legremekebb



724. ábra. *Raphidiophrys*. Haswell és Parker rajza. *nu* sejtmag, *sp* kovatűk, *pod* állábak, *c. vac* lüktető úr.



725. ábra. *Xiphacantha*. Wyville-Thomson rajza.

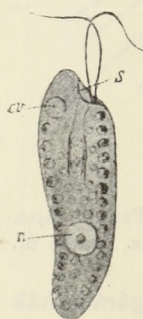


726. ábra. *Rotalia* Freyeri. Schulze M. rajza.

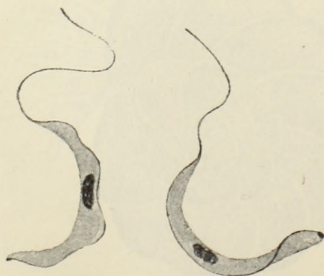
alkotásai közé tartoznak (725. ábra). *Xiphacantha*, *Thalassicolla pelagica*. A *Foraminiferák* legjellemzőbb bélyege az, hogy mészből vagy chitinszerű anyagból

álló házuk van. A háznak csak egy nyílása van, vagy pedig úgy, mint a szita, sűrűn át van lyukgatva; egyetlen vagy a számos nyíláson nyúlnak ki az állábak. Némelyeknek háza egyetlen üregből áll, másoké meg számos rekeszre van

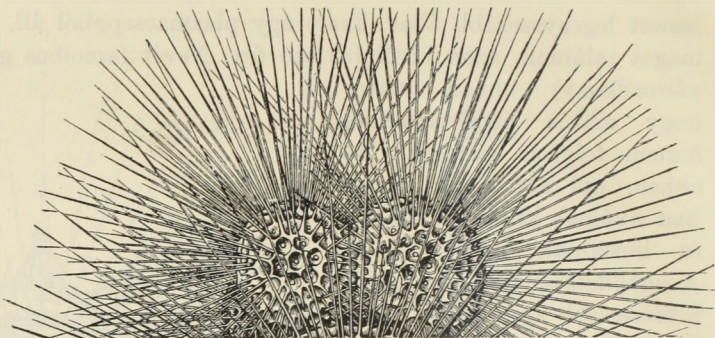
osztva, s azonkívül csigaházszerűen fel van csavarva (726. ábra). Az ilyen több kamrájú ház gyakran oly csodálatos módon hasonlít bizonyos puhatestűek (lábasfejúek) házához, hogy a Foraminiferákat sokáig apró lábasfejúeknek tartották. *Rotalia Freyeri* (726. ábra), *Gromia oviformis*, *Globigerina bulloides* (727. ábra). A Foraminiferák ma is rendkívül nagy mennyiségben népesítik be a tengereket, de előfordulnak édes vizekben is, az utóbbiak csaknem kivétel nélkül egy-nyílásúak. Régibb geológiai korszakokban még fontosabb szerepük volt, hiszen egyes mészhegyek tisztán Foraminiferák házaiból állanak, így azok is, melyek az egyiptomi piramisok építőanyagát szolgáltatatták (úgynevezett nummulit-mész).



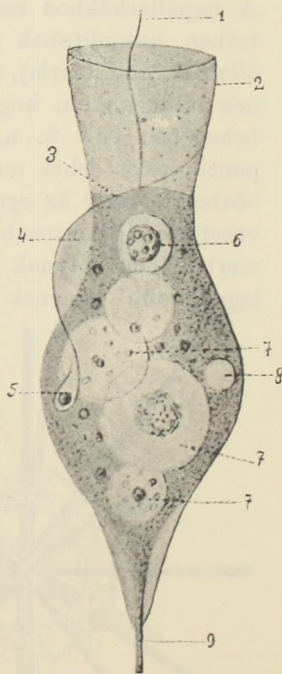
723. ábra.
Chilomonas
paramecium.
Bütschli rajza.
s szájníylás,
cv lüktető
űröske,
n mag.



729. ábra. Az álmókór okozója
(Trypanosoma Castellanii). Körül-
belül 1500-szor nagyítva. Castel-
lani rajza.



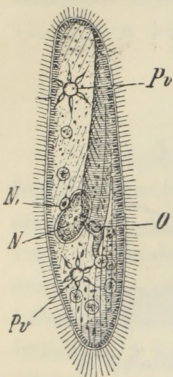
727. ábra. Globigerina bulloides. Wyville-Thomson rajza.



730. ábra. Codonosiga
botrytis. Francé rajza.
1 ostor, 2 gallér, 3 a gal-
lér tölcészerű folyta-
tása, 4 a tölcésér alapja
felvett táplálékrögös-
kével, 5 felvett táplálék-
kével egyezik meg. Igen
közönséges képviselője az
űr, 9 nyél.

Az *ostoros ázalékállatok* onnan vették nevüket, hogy testükből egy vagy több hosszú fonál, ostor nyúlik ki, mely a helyzetváltoztatás szerve, de rendkívül fontos szerepe van a táplálék megszerzésében is. Magánosan élnek vagy több egyénből álló telepeket alkotnak. Egy részüket (*Dinoflagellata*) sokan a növények közé sorolják, mert a növények jellemző anyagából, cellulozéból álló burkuk van, azonkívül táplálkozásuk módja is inkább a növénykével egyezik meg. Igen közönséges képviselője az

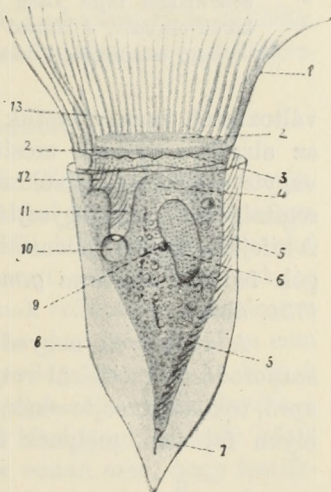
ostoros ázalékállatoknak az *Euglena viridis* (v. ö. 37. ábra, 48. lapon), mely gyakran töméntelenül elszaporodva, egész pocsolyákat zöldre fest. *Chilomonas paramaecium* (728. ábra). A Trypanosomák az ember és egyéb állatok veszélyes élősködői, melyek súlyos betegségeket okoznak, így az ember álomkórjának okozója a *Tr. Castellani* (729. ábra). Az ostoros ázalékállatok egyik csoportjának (*Choanoflagellata*) nagyon jellemző szerve a rendkívül finom hártýából álló gallér, mely a szájtajékot veszi körül. *Codonosiga botrytis* (730. ábra).



731. ábra. *Paramecium caudatum* a hasoldalról nézve. Schewiakoff rajza Claus-Grobben állatnából. *O* szájnyílás, *Pv* lüktető üröcske, *N* macronucleus, *N₁* micronucleus.

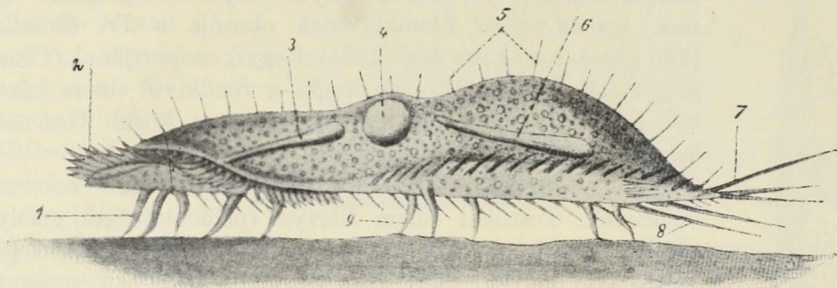
A csillangós ázalékállatok a legtokéletesebb szervezetű véglények. Testüket finom hártýa (pellicula) fedi, melyből csillangószőrök nyúlnak ki. Az állat a csillangók segítségével változtatja helyét, mert azok bizonyos irányban mozgatva, mint megannyi kis evezőlapát működnek. A csillangók egyszerűen a táplálékszerzés szervei is, mivel a mozgó csillangók keltette vízáram sodorja a szájba a még kisebb ázalékállatokból, baktériumokból, egysejtű moszatokból álló táplálékot. Belső szervezetükről fennebb már megemlékeztünk. A csillangós ázalékállatok vagy szabadon, vagy helyhez kötve, növényekre, kövekre, csigaházakra telepedve élnek, némely fajok magánosan, más-

sok meg gyönyörű, több egyénből álló telepet alkotva (554—556. ábra). A csillangókat csillangóik hossza és elhelyezése szerint több csoportra lehet osztani. Az *egyenlő csillangójúak* (Holotricha) egész testét egyenlő hosszú csillangók fedik. *Paramecium caudatum* (731. ábra); a *különböző csillangójúak* (Heterotricha) testét a csillangók szintén egészen beborítják, azonban a szájperem mentén elhelyezett csillangók sokkal hosszabbak mint a többiek s gyakran késpengéhez vagy lapáthoz hasonlóan ellapítottak. *Tintinnopsis beroidea* (732. ábra), *Stentor coeruleus*; a *körülcsillangósakon* (Peritricha) rendszeren csak a száj körül találunk csillangókat. Helyhez kötött állatok, melyek rendszeren telepeket alkotnak. *Vorticella nebulifera*, *Epistylis umbellifera* (3. ábra a 3. lapon); az *alulcsillangósak* (Hypotricha) teste lapított, csillangókat csak az egyik, t. i. a hasoldalon viselnek, a hátoldalon legfeljebb egyes sertéket. Némelyek a hasoldalukon több, összetapadt csillangókból álló pálcikaszerű szerveket (cirrusokat) viselnek, melyeket az állat lábak gyanánt használ, amennyiben segít-



732. ábra. *Tintinnopsis beroidea*. Entz Géza rajza. Lang összehasonlító anatómiájából. 1 és 2 csillangókoszorú, 3 száj körüli szegély, 4 szájmelletti homlokcsap, 5 azon csillósorok egyike, melyek a testen spirális vonalban elülről hátrafelé futnak, 6 macronucleus, 7 farknyújtvány, mellyel az állat magát házának (8) alapjához erősíti, 9 micronucleus, 10 lüktető ür, 11 vestibulum, 12 csillók a vestibulumban.

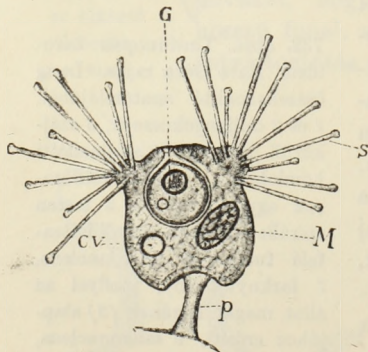
ségükkel ügyesen mászik. *Stylonychia mytilus* (733. ábra). — A csillangós ázalékok osztályába kell még számítanunk a szívókás ázalékállatokat (Suctoria) is, melyeknek kifejlett állapotban nincsenek csillangóik, azért helyüket se tudják



733. ábra. *Stylonychia mytilus* alzaton mászva a baloldaltól nézve. Bütschli és Schewiakoff rajza Lang összehasonlító anatómiájából. 1 homlokcirrusok, 2 száj-körülí cirrusöv, 3 és 6 a lüktető ürnek elülső (3) és hátsó (6) bevezető csatornája, 5 hátoldali serték, 7 farkserték, 8 és 9 hasoldali cirrusok.

változtatni, hanem testük egyik végénél fogva, gyakran nyél közvetítésével, az alzathoz vannak erősítve. Szájnyílásuk nincs, táplálkozásra a szívókák, vagyis végükön szívókoronggal ellátott csövecskék szolgálnak, melyeknek segítségével más egysejtű szervezetek megemészthető részeit szívják ki. A kifejlett állattal ellentétben a fiatalok szabadon mozognak s testüket csillangók fedik. *Podophrya gemmipara* (11. ábra a 12. lapon), *Tokophrya cyclopum* (734. ábra).

A végvények negyedik osztályába a spórás-állatok tartoznak. Nevüket szaporodásuk módjáról vették, mely az ú. n. spórák révén történik. A spórák apró, tokba zárt sejtecskék, melyeknek fejlődése többnyire bonyolult s csak kevés olyan faj van, melynek fejlődése teljesen ismeretes. A spórás állatok mind



734. ábra. *Tokophrya cyclopum*. Schewiakoff rajza Ray Lankaster állattanából. S szívó állábak, G sarjadék üreg, M mag, cv lüktető ür, p nyél.

élősködők, egyformán gyakoriak mind a gerinces, mind a gerinctelen állatokban. Szervezetük, az élősködő életmód folyamánként, rendkívül egyszerű, amennyiben plazmából és magból áll. Alakjuk majd gömbded, majd megnyúlt féregalakú, néha amébaszerű, fejlődésük során azonban ostorral ellátott nemzedékek is léphetnek fel. Az amébaszerűek állabai segítségével mozogni is tudnak, a többiek azonban, legalább kifejlett állapotukban, teljesen mozdulatlanok. Számos spórás állat veszélyes betegség okozója, így a *Plasmodium malariae*, mely az ember színes vérsejtjeiben él, a váltólázat (malária) okozza (v. ö. 54 l.). Ez élősdik egyik nemzedéke az Anopheles nembe tartozó szunyogfajok nyálmirigyeiben fejlődik ki, ahonnan a szunyog szúrása alkal-

mával jut az ember vérébe. A *Myxobolus Pfeifferi* a márnavész, a *Nosema bombycis* a selyemhernyó pebrin-kórjának okozója. A féregalakú *Gregarina*-félék többnyire ízeltlábúak belében élősöknek, pl. a *Clepsidrina blattarum* 13. ábra a 14. lapon) a keleti csótány (svábbogár) belében.

Soksejtű állatok (Metazoa).

A véglények kizárásával az összes többi állatokat soksejtű állatok néven foglaljuk össze, melyeknek teste sok sejtből áll s az egyes életfolyamatok végzésére több sejtből álló szervek szolgálnak. Kivételesen ivartalanul, oszlással vagy bimbózással szaporodnak, szaporodásuk rendes módja azonban az ivaros szaporodás, vagyis petéből fejlődnek. A petéből szederacsira (morula), majd bélcsira (gastrula) lesz. A bélcsira eleinte két sejtrétegből, egy külsőből és egy belsőből, a két ősi csiralevélből áll. A fejlődés eme fokáig az összes soksejtű állatok eljutnak, kisebb részük megáll ezen a fokon, nagyobb részük azon túllép s ezeknek bélcsirájában egy harmadik csiralevél (mesoderma) is fejlődik. A csiralevelek egyes sejtcsoportjainak különféle irányú fejlődése révén keletkeznek a szervek.

II. törzs. Tömlőállatok (Coelenterata).

A tömlőállatokat régebben növényállatoknak (Zoophyta) is nevezték, *Cuvier* pedig, mint fentebb kiemeltük, a tuskésbőrűekkel sugaras állatok néven foglalta őket össze. Az előbbi elnevezés onnan származik, hogy egy részük első pillanatra valóban a növényeket juttatja eszünkbe, mert mint a növények, az alzathoz, a vízfénkhöz vagy idegen tárgyakra vannak erősítve és sokszorosan elágazva bokor- vagy gypszerű telepeket alkotnak. Az elnevezést azonban nem szabad úgy érteni, mintha ezek az állat- és növényvilág határán álló lények volnának, mert állat voltuk egyáltalán nem kétséges. *Cuvier* elnevezése a szervek elrendeződésére vonatkozik, mivel azok egy középponti tengely körül sugarasan vannak elhelyezve. A tömlőállat elnevezés onnan ered, hogy testükben külön bél- és külön testüreget nem találunk, hanem csak egy üreget, mely a többi állat bél- és testüregének felel meg (coelenteron).

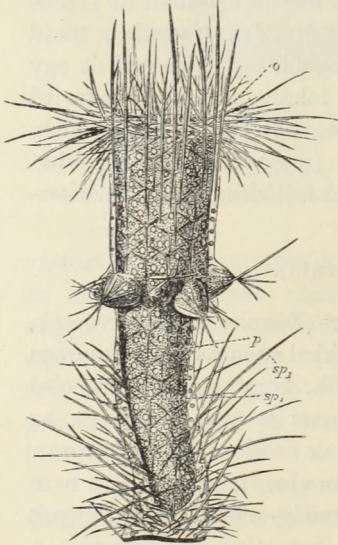
A tömlőállatok teste a legegyszerűbb esetben egyik végével az alzathoz erősített tömlő, mely a fennebb említett kétrétegű bélcsirának felel meg. Máskor lényegesen eltérő alkotású, de mindig levezethető az alapalakból.

A tömlőállatok törzsét két egymástól igen eltérő csoport alkotja, a szivacsok és a csalánozók, azért ezeket a törzs két altörzsének szokták tekinteni, sőt néme-lyek külön törzsnek veszik mind a kettőt.

1. altörzs. Szivacsok (Spongiaria v. Porifera).

A szivacsok majdnem kivétel nélkül a tenger lakói. Édes vízben csak az édesvízi szivacs (*Spongilla*, *Carterius*) különböző fajai élnek. Mind helyhez kötött állatok; a tenger fenekén vagy a part szikláin vékony, kérges bevonatokat, gömbded tömegeket vagy elágazó telepeket alkotnak.

A legegyszerűbb szivacsok a *Sycon* típus szerint épültek fel (735. ábra). Testük tömlőalakú, mely egyik végével az alzathoz nőtt. Szabad vége tágas nyílással, a kivezető nyílással (osculum, *o*) végződik. A testfal vékony, csak két sejtrétegből áll és a coelenteront, vagy ahogyan közönségesen nevezni szokták, a gyomorüreget zárja be. A testfalat számos nyílás (*p*) töri át, ezeken keresztül jut a táplálék a vízárammal együtt a gyomorüregbe, a megemészthetetlen részek pedig a kivezető nyíláson át távoznak el. A test belsejét ostoros sejtek bélelik ki, melyek a vizet állandó áramlásban tartják. Az ilyen egyszerű szerkezetű szivacsok azonban ritkák. Nagyobb részüknek testfala vastagabb. A falat alkotó két eredeti sejtréteg valamelyikéből ugyanis sejtek válnak ki s azok egy középső réteget



735. ábra. *Sycon setosum*. Maas rajza. *o* kivezető nyílás (osculum), *p* oldalnyílás, *sp* a vázat alkotó tüskék (spicula).

hoznak létre, mely kocsonyaszerű alapanyagból és benne szétszórt elágazó vagy orsó alakú sejtekből áll. A középső réteg többnyire oly vastag, hogy ez a testnek legtekintélyesebb része. A test felületén látható nyílások vagy el nem ágazó, belül ostoros sejtekkel fedett csatornába vezetnek, melyeknek belső nyílása a gyomorüregbe nyílik, vagy pedig bonyolult elágazású csatornarendszerbe, melynek falát azonban már nem ostoros sejtek bélelik ki. Ostoros sejteket csak a csatornák helyenként erősen kitágult részeiben találunk, az ú. n. csillangós kamrákban. Az ostoros sejtek mindkét esetben a vízáram állandó fenntartásáról s ezzel kapcsolatban a táplálék megszerzéséről gondoskodnak. A csatornarendszer még bonyolultabbá válik akkor, amikor az állat bimbózással hatalmas tömeggé növekedik s több kivezető nyílás és több gyomorüreg keletkezik, de ez utóbbiak mindig összeköttetésben vannak egymással.

A szivacsoknak rendesen szilárd vázuk van, csak nagyon kevés szivacs váztalan. A váz lazább vagy sűrűbb szövédéket alkotó tű, henger, kereszt, horgony, gömb stb. alakú testekből áll (735. ábra, *sp*), melyek a test középső rétegében keletkeznek. A váz anyagát mész, kovásvagy szaruszerű anyag, spongin alkotja.

A szivacsokat két osztályra osztjuk, *mészvázú szivacsokra* (Calcispongia) és *kovavázú szivacsokra* (Silicispongia).

A *mészvázú szivacsok* rendesen apró, legfeljebb néhány cm nagyságú állatok. Vázuk szénsavas mészből áll; testük csőalakú vagy bokorszerűen elágazó. Mind tengeriek s különösen sziklás partokon, csekély mélységben fordulnak elő. *Sycon setosum* (735. ábra), *Ascyssa acufera*, *Leucandra aspera*.

A *kovavázú szivacsok* rendesen nagyobb természetűek, nem ritkák közöttük az 1 m nagyságú óriások se. Némely faj gyönyörű alakjával tűnik ki, mint a Venus kosara (*Euplectella aspergillum*), mások meg pompás, élénk színűekkel. Vázukat rendesen kovásvagy alkotja. Az édesvízi szivacs kivételével mind tengeriek s egészen 6000 m-ig úgyszólván minden mélységben előfordulnak. *Pheronema Carpenteri*



Az Athenaeum i.-t. nyomása.

MEDUZÁK.

(A felső *Floscula Promethea*, az alsó *Chrysaora mediterranea*.)
Haeckel Ernő rajza.

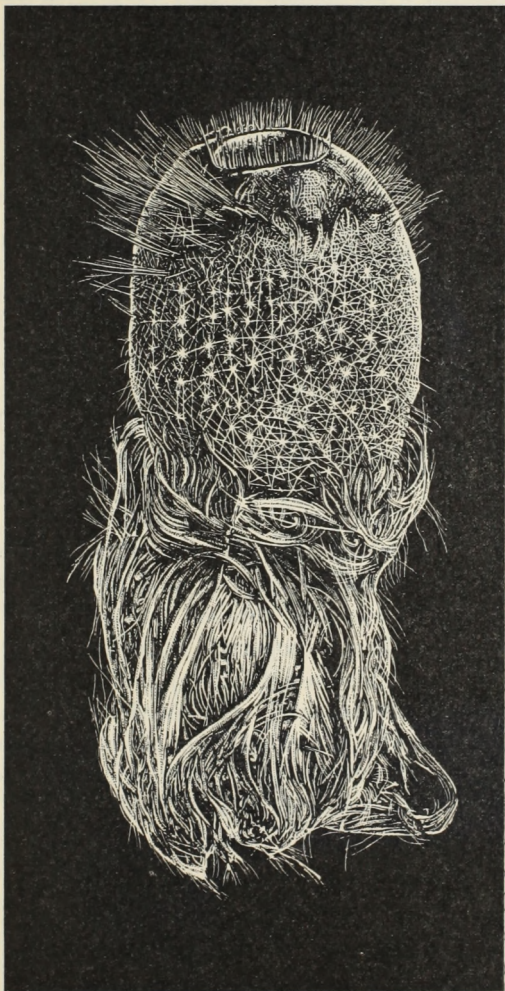


(736. ábra), *Geodia gigas*, *Plakina monolopha*. A váz némely esetben teljesen visszafejlődik, amikor az állat teste kocsonyaszerű. *Halisarca Dujardini*. Az eltűnt kovavázat más fajokon spongin helyettesíti, ezek a *szaruvázú szivacsok* (*Ceraospongia*). A váz anyaga lágy, rugalmas, rostos szerkezetű, amint mindenki ismeri, hiszen használata a háztartásban általánosan elterjedt. A legfinomabb anyagot a nemes szivacs (*Euspongia officinalis*) szolgáltatja, mely az Adria keleti partjain, különösen Dalmáciában közönséges.

2. altörzs. Csalánozók (Cnidaria).

Legkönnyebben megérthető és legegyszerűbb szerkezetű képviselőjük a nálunk is közönséges édesvízi hidra. Ismerkedjünk meg először ezzel.

Az édesvízi hidra (lásd a 13. oldalon a 12. ábrát) patakokban, tavakban, mocsarakban mindenütt előforduló állat, mely különösen vízi növényekenszokott megtelepedni. Nagysága 1—2 cm. Teste tömlő alakú, szabad végén találjuk a szájnylást; másik vége (talpkorong) vakon végződik s korongszerűen kiszélesedik. A talpkorong szolgál az állat rögzítésére. A szájnylást tapogatók veszik körül, melyek a rendesen apró rákfélékből álló táplálék megragadására szolgálnak. A test elülső, tapogatókkal szegélyezett részét szájkorongnak hívjuk s ennek közepén van a szájnylás. A testfal mindössze két rétegből áll, egy külsőből (ektoderma) és egy ostoros sejtek alkotta



736. ábra. *Pheronema Carpenteri*. Wyville-Thomson rajza.

belsőből (entoderma). A két réteget vékony lemez, a támasztólemez választja el egymástól. A csalánozók fejlődése során igen sok esetben, mint majd látni fogjuk, két alak váltakozik egymással. Az egyik alak az édesvízi hidra típusa szerint épült fel. Ezt az alakot polipnak, a másikat pedig medúzának nevezzük.

A medúzát leginkább esernyőhöz vagy haranghoz lehet hasonlítani. Van egy szélesen kiterült, lapos, vagy félgömb- vagy harangalakú része (737. ábra), az ernyő, és egy csőszerű része, mely az ernyő alsó oldalának közepéről lóg le, hasonlóan az esernyő nyeléhez vagy a harang szívéhez. A csőszerű rész végén van a szájníylás (737. ábra, *M*). Az ernyő szélén foglalnak helyet az érzékszervek, pl. egyszerű szerkezetű szemek és a fonálszerű tapogatók (*t*). Hogy ez a két alak miképpen függ össze egymással, arra alább még rá fogunk térni.

A csalánozók az ektodermában elhelyezett csalánsejtekről vették nevüket. Ezen sejteknek belsejében víztiszta nedvvel telt tok fejlődik, mely hosszú, vékony csőben, a csalánfonalban folytatódik. A fonal nyugalmi állapotban kesztyűujj módjára van visszatűrve a tok belsejébe olyanformán, hogy vékonyabb része csavarosan tekerődzik vastagabb kezdő része köré. A csalánsejt a test felületén hegyes, árszerű sertével, a csalánsertével végződik. A csalánsejtek az állat védőfegyverei s egyszersmind táplálék szerző szervei. Ha ugyanis valamely állat a csalánsertét megérinti, a felcsavart fonál villámgyorsan kipattan a tokból s belé hatol a csalánserte okozta sebbe, mely seben keresztül a tokban foglalt maró, mérges folyadék az áldozat testébe jut. A folyadék égető fájdalmat, néha az emberre se egészen veszélytelen gyulladást okoz, kisebb állatokra meg egyenesen halálhozó. A csalánsejtek által megölt vagy legalább elbódított állatokat a karok vagy tapogatók körülfonják és a szájba gyömöszölik. A csalánsejtek a test egész felületén előfordulnak, de különösen nagy számban találhatók a tapogatókon.

A csalánozókat négy osztályba sorozzuk. Ezek : 1. *Hydrozoa* ; 2. *Scyphozoa* ; 3. *virágállatok* (Anthozoa) és 4. *bordás medúzák* (Ctenophora).

A *Hydrozoák* sorában a legegyszerűbb szervezeteket a *Hydroideák* képviselik. Ebbe a csoportba tartozik az édesvízi hidra is (*Hydra viridis*, *H. vulgaris*, 13. oldalon a 12. ábra). A Hydroideák részben ivarosán, petéből fejlődnek, részben ivartalanul, bimbóztatás útján, oly módon, hogy oldalt fiókhidrák keletkeznek (12. ábra, 2), melyek bizonyos nagyságot elérve, leválnak az anyaállat testéről és önálló egyénekké fejlődnek.

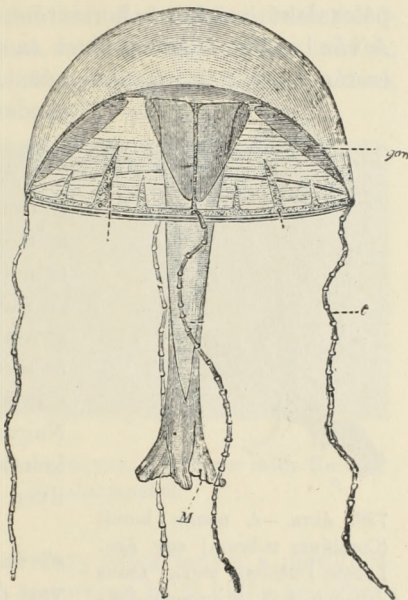
A Hydroideáktól a majdnem kivétel nélkül tengerben élő *Campanuláriák* és *Tubuláriák* igen lényegesen eltérnek. Polipjaik lényegében megegyeznek az édesvízi hidrával, eltérnek azonban tőle abban, hogy ivarosán nem szaporodnak, hanem csak ivartalanul, sarjadzás, bimbóztatás útján. A sarjadzás útján létrejött egyének nem válnak el egymástól, hanem együtt maradnak és telepet alkotnak (17. ábra, a 16. oldalon), melynek egyes tagjait kúszónövények szára módjára szétterülő csövek kötik össze egymással s azokról emelkednek ki a hosszú nyelvű polipok (*hyd*). A polipok közül egyesek leválnak a nyélről, szabadon élő állatokká lesznek s átalakulva, medúzákka fejlődnek (*med*), és pedig ú. n. hydromedúzákka. A medúzák szerkezetük főbb vonásaiban megegyeznek a polipokkal és voltaképpen nem is egyebek, mint a szabad életmódhoz alkalmazkodott polipok. A medúzák a tenger nyílttükri (pelagikus) faunájának fontos alkotó elemei. Testük, mint a sík tenger állatainál igen gyakori jelenség, rendkívül finom összetételű, lágy, majdnem átlátszó. A medúzának már ivarszerveik is vannak. Csirasejtjeik az ektodermában keletkeznek. A polip- és medúzaalak már most

a következőképpen függ össze: a medúza petéjéből csillangós lárva keletkezik, melyből polip fejlődik, a polip viszont sarjadzás útján hozza létre, mint láttuk, a medúzát. Polip és medúza tehát ugyanazon állat két különböző alakja, nevezetesen a polip az ivartalan, a medúza az ivaros nemzedék, s e két nemzedék szabályosan váltakozik egymással. Tudjuk, hogy a szaporodásnak ezt a módját nemzedékváltásnak szokták nevezni (v. ö. 587. l.). *Eudendrium ramosum*, *Tiara pileata*, *Campanularia dichotoma* (559. és 560. ábra), *Aequorea Forskalea*. Meg kell még jegyeznünk, hogy egyes esetekben (*Trachymedusae*) a medúzák petéiből nem polipok, hanem mindjárt medúzák fejlődnek. *Liriope rosacea* (737. ábra).

A Hydrozoáknak még egy érdekes csoportjáról kell megemlékeznünk, a *szifonofórákról*. Ezek a tenger legszebb, legcsodálatosabb alkotású lakói közé tartoznak. Szabadon élő telepeket alkotnak, a telep egyénei azonban nem egyformák, hanem az egyének egy-egy csoportja bizonyos feladatok végzésére tetemesen átalakult, mintegy a telep szervévé lett. Bizonyos egyének csak úszásra szolgálnak, vannak, amelyek a táplálék felvételét végzik, mások a szaporítás feladatát teljesítik vagy a telep megvédéséről gondoskodnak. Sok fajnak levegőtartó hólyagja van, melynek az a feladata, hogy a telepet a víz színén tartsa. *Stephalia corona*, *Physophora hydrostatica*, *Nectalia loligo*, *Discolabe quadrigata* (lásd a mellékelt színes táblát).

A *Scyphozók* sok tekintetben a Hydrozoákra emlékeztetnek. Ezek is nemzedékváltakozással szaporodnak, amennyiben ivartalan nemzedék (scyphopolyp) váltakozik ivaros nemzedékkel (scyphomedusa). A scyphopolyp a hydroidpolyptól főképpen abban különbözik, hogy gyomorüregét négy kulisszaszerű redő rekeszekre osztja, szájkorongja pedig besüppedt. A scyphomedúzát a hydromedúzától első pillanatra meg lehet különböztetni az ernyő peremének rovátkás bevágásairól; alakja meglehetősen lapos, míg a hydromedúzáé jobban boltozott. Testének állománya gyakran porcszerű. Nagysága rendkívül változó, ismerünk oly scyphomedúzákat is, melyeknek átmérője 1 m. *Polyclonia frondosa*, *Aurelia aurita*, *Rhizostoma pulmo*.

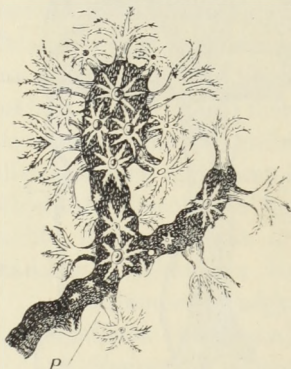
A virágállatok szervezete a scyphopolypokéval rokon. A test tömlőalakú, egyik végén zárt, a másik végén a besüppedt szájkorong alján van a szájnylás. A szájkorongot csöves tapogatók veszik körül. A test falából számos sövény indul ki, melyek a test üregét, úgy mint a scyphopolypoknál is láttuk, több rekeszre osztják, a sövények száma azonban a virágállatokon jóval több, ezért



737. ábra. *Liriope rosacea*. Maas rajza.
gon csirasejteket termelő mirigy, M száj,
t tapogató.

az általuk alkotott üregrendszer is sokkal bonyolultabb. Az üregrendszert bélüregrendszernek nevezzük, mert feladatában a magasabbrendű állatok belének és érrendszerének felel meg, amennyiben a táplálék benne emésztetik meg s egyszersmind az ő közvetítésével jut el a test többi részeibe is. A csírasejtek a sövényekben keletkeznek. A petéből ismét polip lesz, medúzák a virágállatok sorában sohase lépnek föl.

A virágállatok mind helyhez kötve, magánosan vagy telepeket alkotva élnek. A telepben élők majdnem mindig szilárd, mészből vagy szaruszerű anyagból álló vázat választanak ki, melyet korall néven mindenki ismer. A váz lehet pálcaszerű, máskor bokorszerűen elágazó (739. ábra), ismét máskor tömör tömeg. A váz bemélyedéseiben ülnek az egyes polipok (738. ábra, *P*), melyekbe veszély esetén be tudják magukat húzni. A vázat a telep egyes egyéneit összekötő csőrendszer fala választja ki.



738. ábra. A nemes korall (*Corallium rubrum*) egy ága. Lacaze-Duthiers rajza Claus állattanából. *P* egyes polip.

A virágállatok néha oly rengeteg mennyiségben élnek együtt, hogy az általuk kiválasztott mészből a tengerben egész szirteket alkot, melyek korallszirtek néven ismeretesek. A szirtek, ha elérik a víz színét, szigetek képződésének magjául szolgálhatnak. A szél által rájuk hordott por és a madarak trágyája idővel termő talajjá válik, a víz vagy a szél növénymagvakat hord rá s a kopár mészsík lassanként buja növényzetű szigetté válik. Nagyon sok korallszigetet ismerünk, pl. Ausztrália keleti partjait több száz mérföldnyi hosszúságban ilyen szigetek veszik körül.

A virágállatok egy részére jellemző, hogy nyolc sövényük és nyolc, tollszerűen elágazó tapogatójuk van (*Octocorallia*). *Alcyonium palmatum*, *Corallium rubrum*, nemes korall (738. ábra), a Földközi-tengerben, főképpen Algir, Corsica és Sardinia partjain él; *Pennatula phosphorea*, *Tubipora Hemprichi*, orgonakorall, váza csövekből áll, melyek orgonasípok módjára sorakoznak egymás mellé.

A másik csoport (*Hexacorallia*) tagjainak el nem ágazó tapogatói vannak, a sövények száma hat pár, vagy ennek kétszerese, háromszorosa. Ide tartoznak a gyönyörű tengeri rózsák (*Actinia*), melyek a part szikláin vagy a kikötői építményeken néha valóságos virágos kertet alkotnak. Vázuk nincs. *Actinia equina*, *Adamsia palliata*, *Cerianthus membranaceus* (lásd a mellékelt színes táblát). A kőkorallokat (*Scleroderma*) velük szemben mészvázuk jellemzi. Ezek alkotják a korallszirteket. *Favia cavernosa*, *Madrepora erythraea* (739. ábra), *Cladocora caespitosa*.

A bordás medúzák a többi tömlőállattól nagyon eltérő alkotásúak, úgyannyira, hogy némelyek nem is számítják őket a csalánozók közé, annál is inkább, mert csalánszerveik nincsenek, hanem nyálkasejtek helyettesítik őket. Testük gömbded- vagy szalagalakú. Mind tengeriek, szabadon élnek. Mozgásszerveikül csillangók összetapadásából keletkezett úszólemezek szolgálnak. *Beroe ovata*, *Cestus Veneris*.

III. törzs. Férges (Vermes).

A férgek sorába mind külsőleg, mind bonctani tekintetben rendkívül eltérő szervezetek tartoznak. A »féreg« fogalma nemcsak a köznyelvben, hanem a tudományban is a legkevésbé élesen körülírt fogalmak közé tartozik. Némelyek rendkívül szűk határok közé szorítják és nem egy bűvár van, aki a férgek neve alatt összefoglalt állatokat több kisebb törzsre osztja. Mások viszont a lehető legtágasabb értelemben alkalmazzák a féreg elnevezést s annak megfelelően szabják meg a törzs terjedelmét is, ide sorolva minden olyan állatot vagy állatcsoportot, melyet a többi törzsbe nem lehet beosztani. A rendszer áttekinthetősége kedvéért mi is ez utóbbi felfogáshoz fogunk csatlakozni, annál is inkább, mert bármily eltérők legyenek is az egyes féregcsoportok, mégis vannak oly bélyegeik, melyeket az összes csoportokban megtalálunk.

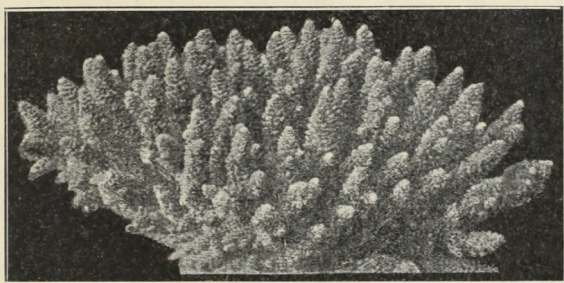
A férgeseket a tömítő-állatoktól különösen két sajátosságuk különbözteti meg. Először az, hogy testük a

kétoldali részarányosság szabályai alapján épült fel, amit úgy kell érteni, hogy testüket bizonyos irányban egy síkkal átmetszve, két részarányos részt kapunk, melyek úgy viszonylanak

egymáshoz, mint valamely tárgy a tükörképéhez vagy egyik tenyér a másikhoz. Másodszor pedig az, hogy külön testüregük és a testüregen belül külön bélcsövük van. Megjegyzendő azonban, hogy vannak férgek, amelyeknek testürege visszafejlődött s helyét sejtekből, továbbá kötőszöveti és izomrostokból álló szövetek, úgynevezett testparenchima foglalja el. Ebbe van beágyazva a bélcső és a többi szervek.

A férgeseket már külsejük alapján is két nagy csoportra lehet osztani. Ha összehasonlítunk egymással egy földi gilisztát és egy bélgilisztát, pl. a gyermekek belében gyakori *Ascaris lumbricoides*-t, látni fogjuk, hogy a bélgiliszta bőre síma, ellenben a földi giliszta testét gyűrűalakú befűződészek egymás mögött következő részekre, szelvényekre vagy gyűrűkre osztják. A külső szelvényezettségnek belső szelvényezettség felel meg, ami azt jelenti, hogy bizonyos szervek (ivarmirigyek, idegdúcok, kiválasztószervek) bizonyos közőkben ismétlődnek, vagyis e szervek több egymás mögött elhelyezett, egyenlő értékű részből állanak. A bélgilisztán se külső, se belső szelvényezettséget nem találunk. E rendkívül fontos bélyeg alapján a férgek törzsét két altörzsre osztjuk, ú. m. gyűrűs- vagy magasabbrendű férgesekre (Annelida) és alsóbbrendű férgesekre (Scolecida).

Kiválasztószervekül a hurok- vagy szelvényiszervek szolgálnak. A testüreggel bíró férgek kiválasztószervét egy cső alkotja, mely lefutásában több



739. ábra. *Madrepora erythraea*. Klunzinger rajza Hertwig R. állattanából.

hurkot formál. Egyik vége a test felületén, a másik a testüreg falán nyílik. A parenchimás férgek kiválasztószerve más szerkezetű. Egészben véve faszzerűen elágazó csőrendszerből állanak, melynek egyes ágai a test belseje felé, mivel a testüreg hiányzik, vakon végződnek (összelvényszerv, protonephridium vagy vízedényrendszer).

A férgek egy részének vére, legalább részben, zárt pályákban, erekben kering, másik részénél azonban oly berendezést találunk, mely élénken emlékeztet a tömlőállatok béledényrendszerére, amennyiben bélsővük gazdagon elágazik s ezek az elágazások juttatják el a táplálékot a test távolabb eső részeibe.

Az idegrendszer idegdúcokból és idegfonalakból áll. Elül, a bélső kezdő-része felett, fekszik két dúc, a garatfeletti vagy agydúc, melyekből hátra felé futó idegfonalak indulnak ki (egy pár hátoldali, egy pár oldalsó és egy pár hasoldali). Ezek közül legállandóbb a két hasoldali idegfonal, melyek a gyűrűsférgeknél egymás mellett fekszenek és harántágak kötik őket össze. A harántágak kiindulási pontján dúcok vannak elhelyezve. Az idegfonalak, dúcok és harántágak együtt a hasdúcláncot alkotják.

Az ivarszervek a különböző csoportok szerint különböző alkotásúak. Az ivarsejtek vagy a kiválasztószerveken át jutnak ki, vagy pedig az ivarmirigyek saját, néha rendkívül bonyolult szerkezetű kivezető járatain keresztül.

A férgek ritkábban ivartalanul, oszlás vagy sarjadzás útján, gyakrabban azonban ivaros úton, petéből fejlődnek. Lárvaik különböző alakúak és szerkezetűek, de a legtöbbet vissza lehet vezetni a férgek jellemző lárvájára, a trochophorára. A trochophora gömbded, két csillangókoszorúval övezett lárva, mely sok tekintetben a kerekessférgekkel, különösen a *Trochosphaera aequatorialis* nevű fajjal egyezik meg s azért is igen fontos, mert hozzá hasonló lárvák a tüskésbőrűek és puhatestűek törzsében is fordulnak elő.

1. altörzs. Alsóbbrendű férgek (Scolecida).

Az ide tartozó férgek első osztályát a *laposférgek* (Plathelminthes) alkotják. Testük a hát-hasi irányban lapított, hasoldaluk majdnem lapos, a hátoldaluk pedig többnyire gyengén domború. Testüregük nincs, helyét a testparenchima foglalja el. Bélsővük vakon végződik, végbélnyílásuk tehát nincsen. Kiválasztószervül a vízedényrendszer szolgál. Az idegrendszert az agydúcok és a belőlük kiinduló idegfonalak alkotják. Ivarszervük igen bonyolult szerkezetű, ivarmirigyből, szíkmirigyből és kivezető járatból áll.

A laposférgek nagyobb része, a *szívóférgek* (Trematoda) és a *galandférgek* (Cestoda) rendje, élősködő, csak az *örvényzőférgek* (Turbellaria) élnek szabadon.

Az *örvényzőférgek* többnyire apró termetű, gyakran csak nagyítóval látható állatok, néhány faj azonban több cm-nyi nagyságot is elér. Nagyobb részük vízben él, és pedig mind édes-, mind tengeri vízben előfordulnak, ritkábban nedves földben tartózkodnak (szárazföldi planáriák). Testüket csillangók borítják, melyek első sorban a mozgás szervei. Az apróbbak rendkívül hasonlítanak a csillangós ázálékállatokhoz és megfelelő gyakorlat híján nem is lehet őket megkülönböztetni azoktól. *Vortex viridis*, *Mikrostomum lineare*,

Leptoplana laevigata, *Dendrocoelum lacteum*, *Planaria lugubris*, *Polycelis nigra*, *Bipalium Kewense*, az utóbbi szárazföldön él, 35 cm nagyságra is megnő.

A szívóférgek részben más állatok külsején élősködnek, tehát külélősködők (ektoparaziták), részben pedig belső szerveiben élnek, belélősködők (entoparaziták). A gazdaállat testén horgok és szívókák segítségével erősítik meg magukat (740. ábra). Az állatnak legalább egy ilyen szívókája van a test elülső részén, melyet a szájnyílás tör át, rendszeren azonban van egy másik is, hátrább a hasoldalon. A külélősködőknek, melyek sokkal jobban ki vannak téve a veszélynek, hogy a gazdaállat testéről leválnak, mindig több szívókájuk van, amelyek közül a nagyobbak a test hátsó végén helyezkednek el.

Ismeretes, hogy az élősködő állatok szervezete az életmód következtében tetemes változáson megy át. Eltűnnek vagy legalább elcsenevésznek azok a szervek, melyek a helyzetváltoztatásban, a táplálék megszerzésében és feldolgozásában visznek szerepet, mivel a táplálékot készen kapják a gazdaállat testéből. Így a szívóférgeknél is visszafejlődtek a mozgásszervek, a csillangók, azon kívül pl. a látószervek, melyek szabadon élő lárváikon még megvannak. Az ivarszervek viszont annál erőteljesebben fejlődnek ki. Az élősködők fejlődése rendszerint nagyon bonyolult; az az út, melyen a lárvá vagy pete ismét a megfelelő gazdába jut, mód felett tekervényes és a fiatalok közül aránylag nagyon kevés jut abba a szerencsés helyzetbe, hogy megtalálja gazdáját, azt az egyetlen helyet, mely továbbfejlődését lehetővé teszi; legnagyobb részük még lárvakorban elpusztul. A természet ezt a hátrányt oly módon iparkodik ellensúlyozni, hogy az élősködők ivarszerveit igen sok pete létrehozására rendezi be. Az ivarszervek erőteljes fejlettsége ezt a célt szolgálja. A szívóférgek ivarmirigyei hímnősek, tehát petéket és hímcsirasejteket egyaránt termelnek.

A szívóférgeket két alrendre osztjuk. Az egyik a *sokszívókások* (Polystomea) alrendje. Külélősködők, rendszeren halak és rákok oly részein élnek, melyek vérerekben különösen gazdagok, pl. a kopoltyúkon. Az *Octobothrium Merlangi* az alóza, a *Gyrodactylus elegans* a ponty kopoltyúin él.

A másik alrendet a *kétszívókások* (Distomea) alkotják. Belélősködők, a bélben vagy annak függelékeiben, pl. a májban élnek, esetleg a vérerekben is előfordulnak. Rendszeren két szívókájuk van, ritkábban csak egy. Fejlődésük rendkívül bonyolult. Legpontosabban a májmétely (*Distomum hepaticum*) fejlődését ismerjük, melynek fejlődését egy előző fejezet ismertette (v. ö. 54. lap).

A májmételyen kívül, mely leggyakrabban a juhokban s egyéb kérődzőkben, meg a disznóban, de néha az emberben is élősködik, még egyéb mételyfajokat is találtak az emberben. Ilyenek pl. a *Distomum heterophyes*, *D. Westermanni*, *D. felinum*, *Schistosomum haematobium*. Az utóbbi váltivarú. A hím teste a hasoldal mentén összehajlik s nem egészen zárt csatornát alkot. E csatornában él karcsúbb nőténye. Az emberben élősködik, de csak melegebb vidékeken (Egyiptom, Abesszinia, Fokföld). A vesében genyes gyuladást okoz.

A laposférgek harmadik rendje a *pántlikagilisztákat* (Cestodes, galandférgek) foglalja magában, melyek szalagalakú testükről vették nevüket. Leg-

jellemzőbb bélyegük, hogy bélcsövük teljesen visszafejlődött, helyét a test-parenchima foglalja el. A táplálék átszivárgás útján jut a test belsejébe. A pántlikagiliszták mind más állatok belében élősködnek.

A pántlikagiliszták teste két főrészből: a fejből (scolex) és a testizékből (proglottis) áll. A fej a test kezdő része; gömbalakú, nagyságára nézve a legnagyobb fajokon is csak akkora, mint egy nagyobb gombostűfej. A fejen szívókákat és gyakran chitin-horgokat is találunk, melyek arra valók, hogy az állatot a bél falához erősítsék. A fej után egy vékonyabb rész, a nyak következik, a nyak után pedig ízek hosszabb vagy rövidebb láncolata. Az ízek laposak, négy-szögletesek; közvetlenül a nyak mögött igen kicsinyek, hátrább azonban mind nagyobbak lesznek és szélesebbek, mint amilyen hosszúak. Bizonyos határon túl azonban ismét megkeskenyednek, viszont jobban megnyúlnak, tehát karcsúbbakká válnak. Az ember egyik pántlikagilisztájának, a *Taenia solium*-nak utolsó ízei pl. mintegy 5 mm szélesek és 12 mm hosszúak. Az ízek száma az egyes fajok szerint nagyon eltérő. A *Taenia echinococcus* csak négyből áll, a *T. solium* 8—900-ból, a *Bothriocephalus latus* mintegy 4000-ból. Az egyes ízek a nyak oszlásából keletkeznek. Amint ugyanis a nyak bizonyos hosszúságot elér, egy része harántoszlással elkülönül s amint a nyak ismét kinövi az oszlással elvesztett részét, új ízet hoz létre és így tovább. Az ízek száma ily módon a végtelenségig növekednék, azonban a leghátulsók egymás után leválnak az ízek alkotta láncról és a bélsárral együtt eltávoznak a gazdaállat testéből.

A fej és az ízek nemcsak alakjukra nézve, hanem feladatuk és szerkezetük tekintetében is eltérnek egymástól. A fej feladata az, hogy az állatot a bél falára erősítse és hogy létre hozza az egyes ízeket, ezek viszont az ivaros részeket képviselik, melyeknek belsejében nagyon jól fejlett és nagyon bonyolult szerkezetű nemi szerveket találunk. A fiatalabb ízek ivarszervei még fejletlenek, a hátrább következőkéi mindinkább fejlettebbek, a legutolsóké pedig már annyira fejlettek, hogy szaporításra alkalmasak; az utolsó ízek leválása éppen akkor következik be, mikor már teljes ivarérettségüket elérték.

A pántlikagiliszták fejlődésének példájául szolgáljon a *T. solium* fejlődése. A lárva fejlődése még az anya testében megkezdődik, ahol a petéből hat chitinhorggal fegyverzett lárva (onkosphaera) lesz. A lárva a levált ízzel jut ki a szabadba. Tovább azonban csak akkor fejlődik, ha disznó gyomrába jut. Ott a gyomornedv feloldja a lárva szilárd burkát s erre a lárva horgainak segítségével megerősíti magát a bél falán, átfúrja a nyálkahártyát s aztán a vérerek mentén az izmokba vagy egyéb szervekbe hatol, ahol átalakul az ismert borsókává. Az onkosphaera-lárva eredetileg mikroszkópikus kicsinységu, a belőle keletkező borsóka azonban 3—4 hónap múlva borsó nagyságúra is megnő. A borsóka falán belül keletkezik a fej olyanformán, hogy a fal egy helyen kesztyűujj módjára bemélyed, a bemélyedt rész megnövekedik, vége gömb-szerűen felduzzad, szívókák és chitinhorgok jelennek meg rajta és a fejlődés végső eredményeként előttünk áll a kifejlődött fej. A fej a disznóban nem fejlődik tovább; a továbbfejlődés csak akkor következik be, ha a borsókás disznóhús az ember belébe kerül. Ott a fej visszatüremlik, a bél falára erősíti

magát és csakhamar megindul az ízek fejlődése. 11—12 hét múlva az állat annyira fejlett, hogy az érett ízek leválása is megkezdődik.

Az ember másik galandférgé a *T. saginata* (740. ábra), melyet a *T. solium*-tól könnyen meg lehet különböztetni, mivel fején nincsenek chitinhorgok. Hossza 4—10 m, ízeinek száma 1200—1300. Borsókája szarvasmarhában él.

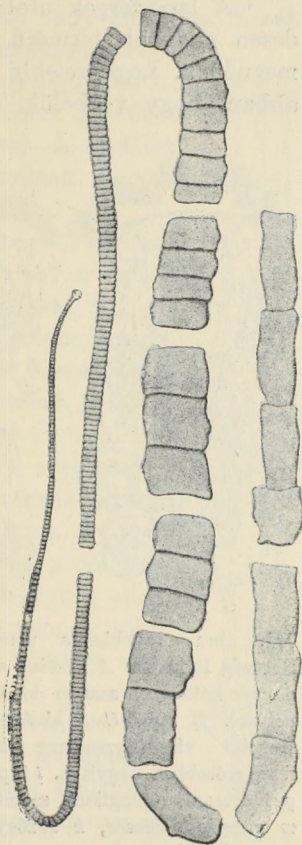
Az ember leghatalmasabb pántlikagilisztája a *Bothriocephalus latus*, mely 12 m hosszúra is megnő, ízeinek száma pedig eléri vagy még túlhaladja a 4000-t is. Kutyában és macskában is előfordul. Feje lapos, csak két hosszúkás, hasadékhhoz hasonló szívókája van a fej keskenyebb oldalán. Csillangókkal borított lárvája a vízben fejlődik ki. A lárvá bejut valamely halba s ott borsókává (plerocercoid) alakul át. Az ember eléggé meg nem főzött halhús élvezése révén fertőzi meg magát.

Más, rendes körülmények között egyéb állatokban élő galandférgek kivételesen az emberben is előfordulnak, mint a *T. murina* és *T. diminuta*, melyek az egér és a patkány élősdiei.

Galandférgek az emberben borsóka-alakban is előfordulnak. Így autoinfekció útján beléjuthat az emberbe a *T. solium* lárvája is és ott borsókává alakul át. Leggyakrabban találták emberben a *T. echinococcus* borsókáját. E galandféreg a kutyában él. Nagyon kicsiny, legfeljebb 5 mm hosszú és csak 3—4 íze van. Az ember a kutya simogatása közben a kézre tapadt vagy még inkább, ami igen gyakori eset, a kutya csókolgatása által közvetlenül a szájba került petékkel fertőzi meg magát. A petéből fejlődött lárvá a bélből a májba, a tüdőbe, az agyba vagy egyéb szervekbe kerül, ahol esetleg gyermekfej-nagyságú sokfejű tömlő fejlődik belőle. Az *Echinococcus*-tömlő egyébként más állatokban, pl. szarvasmarhában, juhban, disznóban, majmokban stb., gyakoribb mint az emberben.

Más állatok galandférgéi: a lóban él a *T. pliocata*, *T. perfoliata*, *T. mammillata*; kérődzőkben: *T. expansa*, *T. denticulata*; kutyában: *T. marginata*, *T. serrata*, *T. coenurus*, amelynek sokfejű tömlője (*Coenurus cerebralis*) a juh agyvelejében él és a gazdaállat kergeségét okozza; macskában: *T. crassicollis*; tyúkfélékben: *T. infundibuliformis*.

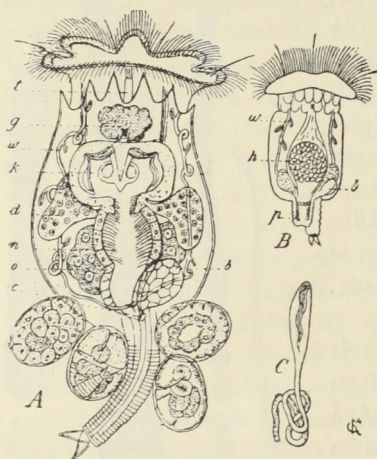
A Taeniákon és Bothriocephalusokon kívül vannak oly galandférgek is, melyek a fennebb tárgyalt alakoktól lényegesen eltérnek abban, hogy testük nem különült el fejre és ízekre, azért külsőleg nem is annyira a galandférgekre,



740. ábra. *Taenia saginata*. Leuckart rajza. Hertwig állattanából. A gömböstűnagyságú fej (scolex) után az egyre nagyobbodó ízek, úgynevezett proglottisok következnek.

mint inkább a szívóférgekre emlékeztetnek és sokan valóban azok közé is sorolják őket. Mivel azonban bélsővük nincsen, helyesebb a galandférgek közé számítani őket. *Caryophyllaeus mutabilis*, pontyfélékben élősödik; a Ligulidák (pl. *Ligula avium*, *Schistocephalus nodosus*) fiatal korukban a halakban élnek, a halakkal együtt azonban vízi madarakba kerülnek s ott lesznek ivarérettékké.

A laposférgek utolsó rendjét a *zsinórférgek* (Nemertina) alkotják. Rendesen nagyobb termetű állatok, melyek esetleg több méter nagyságra is megnőnek. Legközelebbi rokonaik az örvényzöférgek, eltérnek azonban tőlük abban, hogy végbelük és végbélnyílásuk is van, vérük zárt vérerekben



741. ábra. *Brachionus urceolaris*. Hertwig R. rajza. A nőstény a fejlődésnek különböző szakán levő négy petével. B hím. C a kiválasztásra szolgáló vizedényrendszer kezdeti része erősebben nagyítva. *t* tapogató, *g* idegcsomó (ganglion) szemfolttal, *w* vizedényrendszer, *k* zúzógyomor, *d* középbéli mirigy, *m* középbél, *o* petefészkek, *c* kloakanyílás, *b* húgyhólyag, *h* here, *p* közösülő szerv.

kering, a nyelőcsővük felett egy kesztyűűj módjára kitolható és behúzható szervük, ú. n. orrmányuk van, mellyel több fegyverül szolgáló törzszerű chitin-képződmény és esetleg méregmirigy függ össze. Legnagyobb részük a tenger lakója, kisebb részük édes vízben, esetleg a szárazföldön él. *Nemertes gracilis*, *Mala-cobdella grossa*, *Cerebratulus marginatus*.

Az alsóbbrendű férgek második osztályát, a *testüreges-férgeket* az előbbi osztállyal szemben jól fejlett testüregük jellemzi. Testparenchimájuk gyengén fejlett. Testük rendesen hengeres, néha kissé lapított. Végbelük és végbélnyílásuk van. Többnyire váltivarúak. Négy rendre osztjuk őket. Ezek: 1. *kerekesférgek* (Rotatoria), 2. *nyűlférgek* (Chaetognata), 3. *fonálférgek* (Nematoda), 4. *buzogányfejűek* (Acanthocephala).

A *kerekesférgek* apró, mikroszkópos kicsinységű állatok, melyek külsőleg nagyon hasonlítanak egyes ázálékállatokhoz. Testük három részből áll: fejből, törzsből és farokból. Nevüket a test fejevét alkotó, csillangókkal körülszegett, két vagy több karélyú mozgásszervükről, a kerékszervről vették. A törzset hajlékony vagy páncélszerű cuticula alkotja,

melybe az állat kerékszervét is vissza tudja húzni. A farok majd tagolatlan, majd gyűrűkre van osztva, vége fogószerűen két részre vált. A szájníylás a kerékszerv közepén van, a végbél a farok tövén nyílik. A kerekesférgek váltivarúak; hímjeik, melyek a nőstényeknél sokkal ritkábbak s csak nagyobb időközökben fejlődnek, nagyon aprók s belök egészen hiányzik. A nőstények belének két oldalán foglalnak helyet az ivarmirigyek (741. ábra, o) és a kiválasztószervek (w). A női ivarmirigyek kétféle petéket termelnek, ú. m. nyári petéket, melyek megtermékenyítés nélkül fejlődnek és arra szolgálnak, hogy az állatfajt minél gyorsabban, minél nagyobb tömegben terjesszék el, és téli petéket, melyek csak megtermékenyítés után fejlődnek tovább. Ezek

sokkal ellenállóbbak amazoknál és feladatuk az, hogy a faj fennmaradását kedvezőtlen körülmények között is biztosítsák, pl. amikor a víz elpárolog vagy befagy. Mind víziek és pedig főként édes vizek lakói. *Brachionus urceolaris* (741. ábra), *Hydatina senta*, *Rotifer vulgaris*.

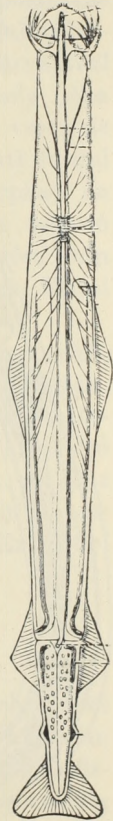
A kerekcsőférgekhez hasonlóan némileg a *Gastrotrichák*, apró, mikroszkópos kicsinyiségű édesvízi állatok. Testük palackalakú vagy hengeres. Kerekcsőjük nincs, hasoldalukat csillangók borítják. *Chaetonotus maximus*.

A *nyílférgek* a tenger lakói. Kicsiny, 1—5 cm nagyságú állatok, melyek villámgyorsan uszkálnak a víz felszíne közelében. Nevüket mozgásukról és részben alakjukról vették (742. ábra). A táplálék megragadására az »állkapcsok«, erős chitinserték szolgálnak. *Sagitta hexaptera*.

A *fonálférgek* részben élősködő, részben szabadon élő állatok. Ismeretük azért is rendkívül fontos, mert közülök nem egy az ember veszélyes élősködője. A fonálférgek karcsú, hengeres testű állatok. Nagyságuk rendkívül változó. Vannak közöttük mikroszkópos kicsinyiségek, melyek 0.01 mm-nél nem hosszabbak s vannak viszont olyanok, melyek 1 m hosszúra is megnőnek. De bármily hosszúak is legyenek, tetemesebb vastagságot sohasem érnek el. Testüket kívülről erős hártya védi. Elül, a test végén, találjuk a szájnyílást, a test másik végén, de a hasoldalra tolódva, a végbélnyílást. A bélcsatorna egyenes cső, kezdő része, a nyelőcső, felduzzadt, szívásra alkalmas. Az ivarmirigyeket két hosszú, többnyire kanyargós cső képviseli; a női mirigyek a hasoldalon közös nyílással nyílnak, a hím-ivarmirigyek ellenben a végbélbe vezetnek. A hímeknek párzószerveik is vannak, többnyire ívelt tüskés (spicula) alakjában, melyekről a hímek könnyen megkülönböztethetők a nőstényektől. Ivarszerveik kivételesen hímnősek.

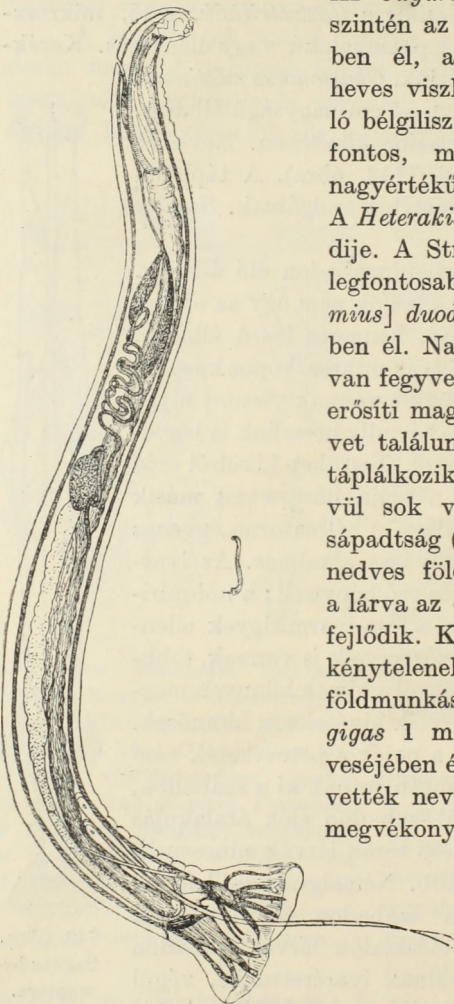
Mivel párosodó szerveik is vannak, a peték a petevezeték alsó részében termékenyítettnek meg s csak azután jutnak ki a szabadba, sőt vannak elevenszülő fonálférgek is. A szabadon élők átalakulás nélkül fejlődnek, vagyis ezeknek a fejlődése során lárvák nincsenek. Az élősködők fejlődése sokkal bonyolultabb. Némely *Anguillula*-faj nemzedékváltással fejlődik, amennyiben szabadon élő nemzedék élősködő nemzedékkel váltakozik. Más élősködők lárvái szabadon élnek ugyan, de csak mint élősködők válnak ivaréretté, végül vannak olyan fajok is, melyek már állandóan, a fejlődés minden szakában, élősködő életmódot folytatnak.

A fontosabb fonálférgek a következők: az *Anguillula*-félék, melyek az iszapban, erjedő folyadékokban, növényekben, ritkábban állatokban élnek. Az ecetféreg (*Anguillula aceti*) borecetben él, fehér, 2 mm hosszú állatka. *Rhabditis nigrovenosa*, egyik, váltivarú nemzedéke az iszapban él, a másik, hímnős ivadéka pedig a béka tüdejében élősködik. *Strongyloides intestinalis*, egyik nemzedéke szintén az iszapban él, a másik az ember belében. A *Tylenchus tritici* a búzában, a *Heterodera Schachtii* pedig a cukorrépában okoz jelentékeny károkat. Az *Ascaris*-féléket arról lehet megismerni, hogy szájnyílásukat három



742. ábra.
Sagitta hexaptera.
Hertwig rajza.

ajak veszi körül. Ilyen az ember bélgilisztája (*Ascaris lumbricoides*), mely latin nevét a földi gilisztához való hasonlatosságától vette; különösen gyermekek belében gyakori. A nőtény 25, néha 40, a hím 15, néha 25 cm hosszú.



743. ábra. Bányaféreg (*Ankylostomum duodenale*) hímje, balról erősen nagyítva, jobbról természetes nagyságban. Schulthess rajza.

Az *Oxyuris vermicularis* nőténye 1 cm hosszú; szintén az emberben, különösen gyermekek végbelében él, ahonnan kimászva, a végbélnyílás körül heves viszketést okoz. Az *Ascaris megalocephala*, a ló bélgilisztája, tudományos szempontból rendkívül fontos, mert az újabb kor számos végtelenül nagyértékű vizsgálatához szolgált kitűnő anyaggal. A *Heterakis maculosa* a galambok életveszélyes élősdije. A Strongylus-félék közül az emberre nézve a legfontosabb a bányaféreg (*Ankylostomum* [*Dochmius*] *duodenale*; 743. ábra), az ember vékonybelében él. Nagysága körülbelül 1 cm; szája horgokkal van fegyverezve, melyeknek segítségével a bél falára erősíti magát, szájüregében pedig egy törzszerű szervet találunk, mellyel sebet vág a bél falán. Vérrrel táplálkozik s ha nagyon elszaporodik, rendkívül sok vért szív ki, aminek külső jele az erős sápadtság (chlorosis aegyptiaca). Petéi vízben vagy nedves földben apró csillangós lárvává fejlődnek, a lárvá az emberbe jutva egyenesen ivarérett állattá fejlődik. Különösen oly emberekben élőszkodik, akik kénytelenek iszapos, tisztátalan vizet inni, továbbá földmunkásokban és bányászokban. A *Strongylus gigas* 1 m hosszú, ragadozók (farkas, kutya stb.) veséjében él. Az *ostorfejük* (*Trichotrachelida*) onnan vették nevüket, hogy testük elülső része rendkívül megvékonyodik. *Trichocephalus dispar*, 3–5 cm

hosszú, az ember belében él. Testének megvékonyodott része dugóhuzószerűen fúródik be a bél nyálkahártyájába, hátulsó vége szabadon függ a bél üregében. Nem veszélyes. Annál veszélyesebb élősdije az embernek a trichina (*Trichina spiralis*). A trichinának két alakját különböztetjük meg, ú. m. a betokozott izomtrichinát és az ivarérett béltrichinát. Az izomtrichina az ember, a disznó, a patkány, egér, tengeri nyúl, tengeri malac és más állatok izmaiban él, ahol tojásdad, mintegy 1/2 mm hosszú tokba van bezárva, melynek fala gyakran megmeszesedik s akkor fehér színével könnyen feltűnik. A tok belsejében fekszik a spirálisan fölszavardott, körülbelül 1 mm hosszú, ivarilag még éretlen trichina. Hogy ivaréretté lehessen, más állat belébe kell jutnia. Ha pl. az ember trichinás disznóhúst eszik, a

arérett béltrichinát. Az izomtrichina az ember, a disznó, a patkány, egér, tengeri nyúl, tengeri malac és más állatok izmaiban él, ahol tojásdad, mintegy 1/2 mm hosszú tokba van bezárva, melynek fala gyakran megmeszesedik s akkor fehér színével könnyen feltűnik. A tok belsejében fekszik a spirálisan fölszavardott, körülbelül 1 mm hosszú, ivarilag még éretlen trichina. Hogy ivaréretté lehessen, más állat belébe kell jutnia. Ha pl. az ember trichinás disznóhúst eszik, a

gyomornedv feloldja az izomtrichina tokját, mi által az állat szabaddá lesz, a bélben pár nap alatt ivaréretté válik és egy hónap leforgása alatt sok száz utódot hoz létre. A trichina eleveneket szül. Az anyaállatok az utódok létrehozása után elhalnak, a fiatalok ellenben befurakodnak a bél falába és a véredények mentén az izmokba jutnak, ahol betokozzák magukat. A *Filaria*-félék közül fontos a *Dracunculus medinensis*. Körülbelül 1 m hosszú, de csak pár mm vastag állat. A bőr alatt él, ahol nagy daganatokat okoz. Lárvai a Cyclops nevű apró rákban fejlődnek ki. Az ember valószínűleg úgy fertőzi magát, hogy az ivóvízzel lenyeli a *Dracunculus* lárvájával fertőzött rákot. A *Filaria sanguinis hominis* csak 0.3 mm hosszú, mely néha töméntelen mennyiségben szaporodik el az ember vérében. Gyakran a vesén át vándorolnak ki s akkor súlyos vesebajt okoznak. Csak forró égöv alatt fordul elő. A fonálférgekhez nagyon hasonlítanak a *húrférgek* (Nematomorpha), de eltérnek tőlük mind szerkezet, mind életmód tekintetében. Az ide tartozó Gordius-félék rovarok testüregében élnek, ahonnan az ivarérettség elérése után kivándorolnak a vízbe. *Gordius aquaticus*. A Nectonema-félék tengeriek. Fiatal korukban rákokban élnek. *Nectonema agile*.

A *buzogányfejűek* vagy *tüskésfejűek* mind élősködők. Testük megnyúlt, zacskóalakú. Némileg a bélgilisztákhoz hasonlítanak, de eltérnek tőlük annyiban, hogy bélsővíük nincs, külsőleg pedig abban, hogy testük elülső végét egy sajátos kapaszkodószerv, az orrmány foglalja el. Az orrmány izmos, kitolható és behúzható csapalakú szerv, melyet hátrafelé hajlott horgok borítanak. Az állat orrmányát a gazdaállat belének falába fúrja s a horgokkal hozzá erősíti magát. Az *Echinorhynchus gigas* a disznó, az *E. hominis* az ember belében él. Ez utóbbi rendkívül ritka; lárvai rovarokban élősködnek.

2. altörzs. Gyűrűsférgek (Annelida).

A gyűrűsférgek teste számos egymásra következő gyűrűből, szelvényből (metamera) áll. A szelvényezettség egyaránt megnyilvánul mind a test külsején, mind a szervek szerkezetében. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a gyűrűsférgek egy részén, a csillagférgek (Gephyrea) szervezetén a szelvényezettség elmosódott. Hogy mégis a gyűrűsférgek közé soroljuk őket, annak az az oka, hogy a csillagférgek kétségtelenül tipusosan fejlett gyűrűsférgektől származtak és szelvényezettségük csak utólagosan mosódott el.

A gyűrűsférgeket három osztályra osztjuk, ú. m. sertelábú-férgekre (Chaetopoda), nadály- vagy piócafélékre (Discophora) és csillagférgekre (Gephyrea).

A *sertelábú-férgek* teste hengeres, megnyúlt, ritkábban széles, zömök és a hát-hasirányban lapított. Szelvényezettségük külsejükön is igen élesen feltűnik (744. ábra). A testüreg a bélsőtől a test faláig húzódó rendkívül vékony hártvás sövények (septum) ugyanannyi részre osztják, mint ahány szelvényből áll az állat. A végbélnyílás a test hátsó végén van, a szájnyílás az elülső végén, de kevésbé a hasoldal felé tolódott.

Idegrendszerüket a garat feletti dúcok és a hasdúclánc alkotja. A hasdúcláncban elhelyezett dúcok száma valamivel kevesebb a szelvények számánál.

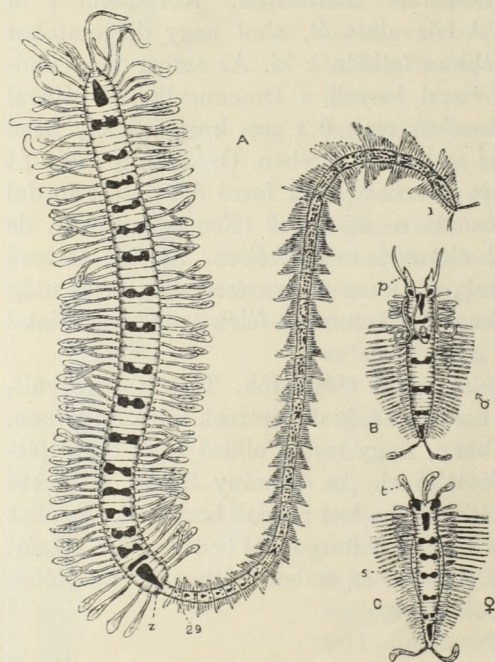
Az érrendszer legtöbbnyire a következő szerkezetet tünteti fel: a bélcső felett és alatt egy-egy nagyobb vérér halad, melyeket minden szelvényen egy-egy harántág köt össze egymással. A vér a bél feletti érben hátulról előre, a bél alatt levőben pedig az ellenkező irányban áramlik. A vért az ereknek egyes szív módjára lüktető részei tartják mozgásban.

Kiválasztószerveik a nephridiumok; minden szelvényen egy pár nephridiumot találunk, s éppen ezért, mint már említettük, szelvény szervnek is szokták nevezni őket. A nephridiumok szolgálnak az ivartermékek kivezetésére is, melyek a testüreg falának e célra módosult részében keletkeznek.

A tengeri sertelábúak átalakulás útján fejlődnek. A petéből lárvák keletkeznek, melyek különböző alkotásúak ugyan, de mind közel rokonai a már ismertetett trochophorának. Az édesvíziek és szárazföldiek átalakulás nélkül fejlődnek.

Az ivaros szaporodáson kívül némely tengeri és édesvízi sertelábú ivartalanul, sarjadzás útján is szaporodhatik, úgy, hogy testük végéből egy-egy szelvényt sor leválik és önálló egyénné lesz. Az egyének néha oly szaporán fejlődnek, hogy egy-egy előbb lévő kialakul, még mielőtt a mögötte lévő leváltak volna (744. ábra).

A sertelábúak elnevezésüket a testfelületükön levő sertékről (che-tae) vették. A serték a bőr e célra való mélyedéseiben keletkeznek. Rendesen többed magukkal, pamatokban foglalnak helyet a mélyedés



744. ábra. A *Myrianida fasciata* ivartalan szaporodása. Malaquin rajza. A a *Myrianida* testének hátsó része (z) bimbózás útján ivartalanul az új egyének egész sorát (1—29) hozza létre; ezek közül az 1-gyel jelölt a legidősebb, a 29-cel jelölt pedig a legfiatalabb. Az így létrehozott egyének hímek (B) és nőstények (C), ezeket a hímeket és nőstényeket régen külön név alatt írták le és külön fajnak tartották, nevezetesen az előbbieket *Polybostrichus*, az utóbbiakat pedig *Sacconereis* névvel jelölték.

alján. Egy-egy szelvényen rendesen négy sertecsomót találunk; kettő jobbról és balról a hát és az oldal határán, vagy az oldalon fekszik, kettő pedig a hasoldalon. A serték izmokkal mozgathatók. Számuk és elhelyezésük módja különféle és ezen az alapon soksertéjű (*Polychaeta*) és kevésertéjű férgeket (*Oligochaeta*) különböztetünk meg.

A soksertéjűek mind a tenger lakói. Sertéik a testből kiálló szemölcszerű nyujtványokon, az ú. n. csomkalábakon (*parapodium*) vannak elhelyezve (745. ábra), csomókban nőnek, számuk igen nagy. A soksertéjűek egy része



TENGERI GYÜRÜS FÉRGEK.

1. *Terebella Emmalina*.
2. *Eunice magnifica*.
3. *Hesione Schmardae*.
4. *Heteronereis vagans*.

5. *Hermella alveolata*.
6. *Vermetus socialis*.

7. *Sabella terebrans*.
8. *Serpula fascicularis*.
9. *Serpula triangularis*.

Quatrefages rajza.





745. ábra.
Nauphan-
ta celox.
Greif
rajza.
e szem.

(Errantia) szabadon él. *Halla parthenopea*, *Aphrodite aculeata*, *Nauphanta celox* (745. ábra), *Myrianida fasciata* (744. ábra) Más részük helyhez rögzített csövekben él (csölakók: Tubicola), melyekből testük elülső vége kiáll, de veszély esetén villámgyorsan vissza tudják húzni a csöbe. *Spirographis Spallanzanii*, *Serpula vermicularis* (632. ábra), *Arenicola marina*.

A *kevéssertéjűek* édes vizekben vagy nedves földben élnek. Csonkálábuk nincsenek. A serték rendesen kurták, számuk sokkal kisebb mint a soksertéjűeken. A serték vagy egyenletesen vannak elosztva a szelvények felületén, vagy pedig négy csomóba tömörültek, úgy hogy az állat összes sertéi négy hosszant futó sort alkotnak, mint pl. a földi gilisztán, melynek sertéi kicsinyiségük miatt nehezen láthatók ugyan, de ha az állatot kissé kinyújtjuk és ujjunkat végighúzzuk rajta, igen jól lehet őket érezni. Vízben él a *Saenuris rivulorum*, *Nais proboscidea* stb., nedves földben a földi giliszták különböző fajtái (*Lumbricus terrestris*, *Allolobophora foetida*).

A földi giliszták a földben korhadó szerves anyagokkal táplálkoznak, melyeket a földdel együtt nyelnek le. Mivel a földet bélcsövükön keresztül hajtják, nagyban hozzájárulnak a föld porhanyóvá tételéhez és így a termőtalaj képzéséhez.

A *nadályfélék* külsőleg nagyon különböznek a sertelábúaktól. Sertéik, egyes kivételes eseteket nem számítva, egyáltalán nincsenek. Testük két végét egy-egy szívókorong foglalja el; az elülső korong közepén van a szájníylás. A nadályfélék a vízben kígyózó mozgással úsznak, de szívókorongjaik segítségével is változtatják helyüket. A mozgás úgy történik, hogy az állat először elülső korongjával oda erősíti magát az alzathoz, azután testét erős ívben meghajlítja, mi által hátsó korongja közvetlenül az elülső mögé jut; ekkor hátulsó korongjánál fogva rögzíti meg magát s testének mellső részét előre veti, tehát úgy mozog, mint az ismert araszoló-hernyók.

A pócafélék bőre rendkívül finoman gyűrűzött. A külső gyűrűk száma sokkal nagyobb mint a valódi szelvényeké, mivel az eredeti szelvényeket másodrendű bemélyedések több, keskenyebb gyűrűre tagolják. Testüregük nincsen; helyét laza összetételű testparenchima foglalja el, ebbe vannak beágyazva az összes szervek. A bélcső számos zacskószerű kitüremléssel van ellátva, a közönséges orvosi nadálynak pl. 10 pár ilyen oldalzacskója van. A nadályok egy részének (ormányos nadályok) garatja ormányszerűen kifordítható s ezzel szívják ki zsákmányuk (leggyakrabban vízi csigák) nedveit; másik részüknek (állkapos nadályok) szájában három, külön izmokkal mozgatható, félkörös, fűrészszerű állkapcsot találunk, melyek sebvágásra szolgálnak. Az idegrendszer, a vérérendyrendszer és a kiválasztószervek szelvényes szerkezetűek és lényegükben a sertelábúak megfelelő szerveivel egyeznek meg. Nemi szerveik hímnősek. Orvosi nadály (*Hirudo medicinalis*), lónadály (*Haemopsis vorax*), ál-lónadály (*Aula-*



746. ábra.
Ponto-
bdella mu-
ricata.
Bourne
rajza.

stoma gulo), halnadály (*Piscicola geometra*), halakon élőködik, *Pontobdella muricata* (746. ábra).

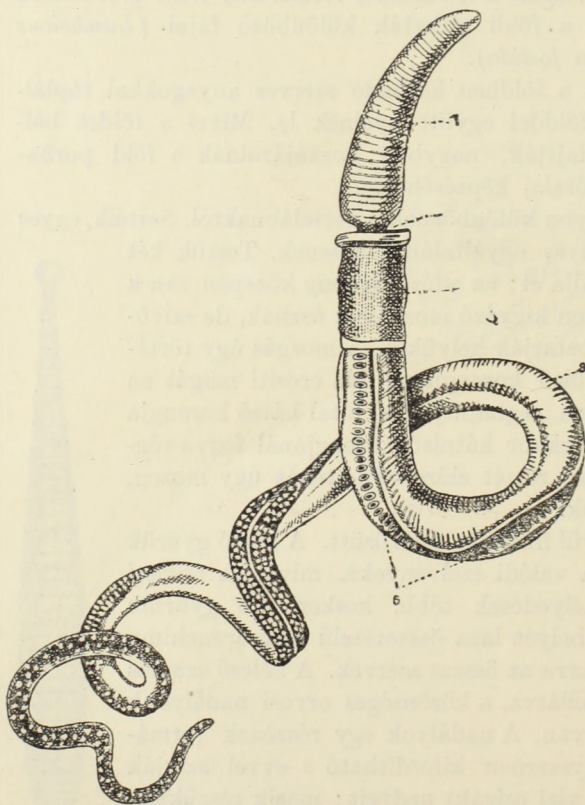
A csillagférgeket első pillanatra senkise tartaná gyűrűsférgeknek. Testük esetlen zacskó vagy hengeres tömlő, melynek külsején a szelvényezettségnek nyomai se láthatók. Szerveik közül különösen az érrendszer és az idegrendszer árul el rokon vonásokat a gyűrűsférgek megfelelő szerveivel s némileg kiválasztószerveik is, mivel néha három pár nephridiumuk van (máskor azonban csak egy pár). Kiválasztószervül szolgál továbbá két, a végbélbe nyíló, faszzerűen elágazó cső is, melyek némely tekintetben bizonyos tüskésbőrűek lélekzőszerveire emlékeztetnek, azért a régi bűvárok azt hitték, hogy a csillagférgnek képviselik az összekötő kapcsolatot a férgek és tüskésbőrűek közt. Nevüket is e tévedésnek köszönhetik (gephyra görögül hidat jelent). *Bonellia viridis* nevezetes ivari kétalakúságáról. Nősténye 5—8 cm, hímje ellenben csak 1 mm

nagyságú és a nőstény bélcsatornájának kezdő részében élőködik, ahonnan a párosodás idején a petevezetékbe vándorol át. *Sipunculus nudus*, *Priapulus caudatus*.

Függelék a férgekhez.

E helyen három olyan állatsoportról fogunk megemlékezni, melyeket mai ismereteink alapján a rendszerbe pontosan nem tudunk beilleszteni. E csoportok: 1. a makkférges (Enteropneusta), 2. mohaállatok (Bryozoa), 3. pörgekarúak (Brachiopoda).

A makkférges hosszú, hengeres teste általában véve a férgekére emlékeztet és három részből áll: ormányból, gallérből és törzből (747. ábra). Az ormány makkalakú és úgy helyezkedik el a gallér elülső bemélyedésében, mint a tölgyfa makkja a csészéjében. Az



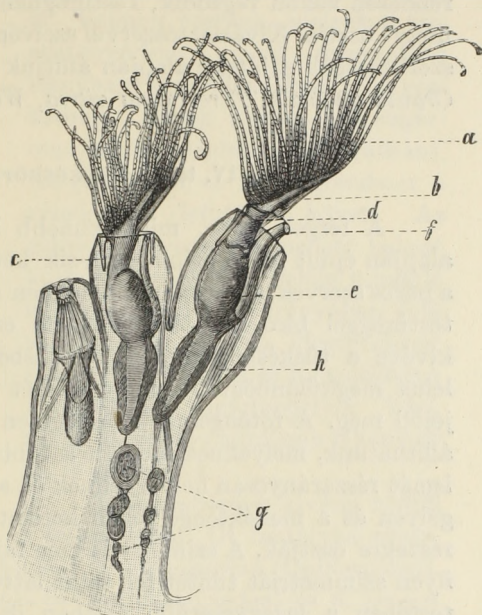
747. ábra. *Dolichoglossus Kowalevskii*. Spengel rajza. 1 ormány, 2 gallér, 3 törzs, 4 szájnílás, 5 kopolyúnílások sora.

ormány és a gallér belül üreges, melyekbe az állat vizet tud felvenni. Az ormány a vízfelvétel által annyira megkeményedik, hogy az iszapban

való turkálásra használható, tehát mozgásszervül szolgál. A bélcső kezdő részét jobbról is, balról is egy-egy sor kopoltyúnyílás töri át; e nyílások némileg a halak kopoltyúréseihez hasonlíthatók, ami némely bűvárt arra ösztönzött, hogy a gerincesek eredetét valahol a makkférgek közelében keresse. Mind tengeriek. A csoportot egyébként igen kis számú faj képviseli. *Balanoglossus minutus*, *Dolichoglossus Kowalevskii* (747. ábra).

A mohaállatok az alzathoz nőtt telepeket alkotnak. A telep alakja nagyon különböző. Némelyik faszzerűen ágazik el és csak nyelénél fogva nőtt az alzathoz; mások moha- vagy gypyszerű, ismét mások kérges bevonatok alakjában találhatók a vízben lévő tárgyakon, köveken, kagylóhéjakon, növényeken stb.; némely faj telepe gumóalakú. A telep állománya is változó. A tengeriek legnagyobb része meszet választ ki, azért telepük merev, egyik-másiknak a váza a korallok vázához hasonlít (pl. *Retepora*), az édesvízieké lágy, pergament- vagy kocsonyaszerű. Egyes egyének első pillanatra a tömlőállatok polipjait juttatják eszünkbe. Szájníylásukat tapogatók veszik körül (748. ábra, *a*), melyeket érintésre villámgyorsan be tudnak húzni. Valójában azonban sokkal tökéletesebb szervezettek, mint a polipok. Vannak jól fejlett kiválasztó- és ivarszerveik, idegrendszerük, bélcsövük. A bélcső hurokban hajlott, az alfelníylás a szájníylás közelében van, némely fajokon a tapogatók által bezárt területen belül, másokon azon kívül. Az egyes egyének rendkívül aprók. *Loxosoma singulare*, az egyetlen mohaállat, mely nem alkot telepet; *Bugula membranacea*, *Plumatella fungosa* (748. ábra).

A pörgekarúak a kihalófélben levő állatcsoportok közé tartoznak. Ma már csak kevés képviselőjük él, letűnt geológiai korszakokból azonban rengeteg sok kihalt fajuk ismeretes. A pörgekarúakat igen sokáig a puhatestűek közé sorolták, mivel a kagylókhoz hasonlóan nekik is két teknőből álló héjuk van, valójában azonban semmiképpen se lehet közelebbi rokonságot kimutatni e két állatcsoport között. A kagylók két héja az állat oldalán van elhelyezve, ellenben a pörgekarúaké a hát- és a hasoldalon. A hasoldali teknő rendesen nagyobb, hátsó vége csuklyaszerűen visszahajlott és nyílás fúrja át, melyen az állatot az alzathoz erősítő nyél nyúlik ki. A héjak által bezárt üreg hátsó felét a test foglalja el;



748. ábra. *Plumatella fungosa* telepének részlete. Vosseler rajza. Két egyén ki van bontakozva, egy visszahúzódott. *a* tapogatókoszorú, *b* tapogatóhordozó (lophophor), *c* a tapogatókoszorú hüvelye, *d* előbél, *e* középbél (gyomor), *f* utóbél és végbélníylás, *g* funiculus statoblastokkal, *h* izom. 23-szoros nagyítás.

elülső nagyobb részét az alsó teknőből kiálló támasztólemez körül spirálisan felcsavarodott két kar tölti ki. A karok között van a szájníylás; bélcsövük rendszeren vakon végződik. Testüregüket két sövény három egymás mögött fekvő üregre osztja. Kiválasztószervül szelvényeservek szolgálnak. E két utóbb említett szerkezetbeli sajáttság alapján állítjuk őket a férgek közelébe. *Lingula anatina*, *Crania anomala*, *Terebratula vitrea*, *Waldheimia flavescens*.

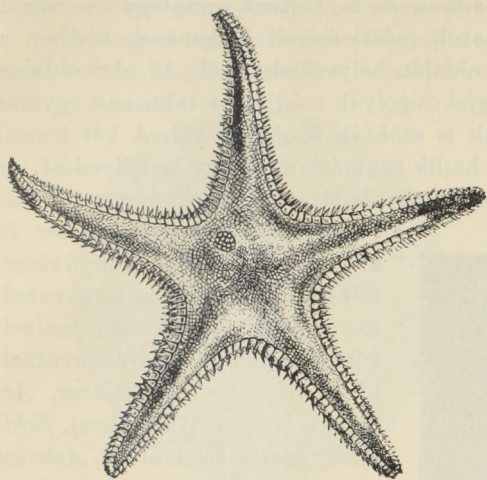
IV. törzs. Tüskésbőrűek (Echinodermata).

A férgek teste, mint fennebb láttuk, a kétoldali részarányosság elve alapján épült fel. A szimmetria-sík két oldalán részarányosan helyezkednek el a páros szervek, a páratlanok ellenben a szimmetria-síkban fekszenek. Az összes testüreggel bíró állatok szervezete ezt az alapelrendeződést valósítja meg, kivéve a tüskésbőrűeket. A tüskésbőrűek testében először is egy főtengelyt lehet megkülönböztetni, melynek két végpontját a szájníylás és a végbélníylás jelöli meg. A főtengelyre mérőlegesen több melléktengelyt vagy sugártengelyt állíthatunk, melyeknek mentén a főbb szervek, a főtengelyhez képest, e körül ismét részarányosan helyezkednek el, ami másképpen azt jelenti, hogy a főtengelyen és a melléktengelyeken keresztül fektetett síkok az állatot részarányos részekre osztják. A szimmetria eme fajtáját sugaras szimmetriának nevezzük és ilyen szimmetriát tüntet fel, mint láttuk, a tömlőállatok teste is. A tüskésbőrűek testében a legegyszerűbb esetben öt sugártengelyt különböztethetünk meg, megfelelően pl. egy tengeri csillag öt karjának, máskor tizet, tizenötöt stb., tehát szimmetriájuknak az 5-ös szám az alapja, a tömlőállatokon ellenben a 4-es szám. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy a tüskésbőrűek lárvái kétoldali-részarányos szerkezetűek, ami arra vall, hogy a tüskésbőrűek kétoldali-részarányos állatoktól, alkalmasint a férgek valamelyik csoportjától vették eredetüket.

A tüskésbőrűek bőralatti kötőszövetében mésztettek válnak ki, melyek néha kemény táblákat s ezek együttesen héjat alkotva veszik körül az állat lágy részeit. A bőrnek szintén elmeszesedett tüskeszerű nyujtványai a test felülete fölé emelkednek s ezt érdekessé, tüskéssé teszik. Az elnevezés erre vonatkozik.

A tüskésbőrűeknek rendkívül jellemző szerve a vízedényrendszer vagy ambulakrális edényrendszer. E szerv a test felületén levő mészlemezzel, a madrepora-lemezzel (749. ábra, a test közepe táján levő kerek folt) kezdődik, mely az öntözőkanna rózsája módjára apró nyílásokkal van átfurdalva. A madrepora-lemez egy erősen elmeszesedett falú csatornába, a kőcsatornába vezet, mely a bélcső kezdete körül gyűrűt alkotó körcsatornába nyílik. A körcsatornából a sugártengely mentén haladó csatornák (sugárcsatornák) veszik eredetüket, melyek jobbra és balra mellékágakat bocsátanak ki. E mellékágak ú. n. ambulakrális lábakban, a tüskésbőrűek rendkívül jellemző mozgásszerveiben folytatódnak (750. ábra, Af). Minden ambulakrális láb izmos falú cső, rendszeren tapadókorongban végződik. Az állat lábait az ambulakrális csatornákon át meg tudja tölteni vízzel, mi által azok nemcsak erősen megduzzadnak, hanem meg is nyúlnak. Ha már most valamely irányban mozogni akar, arra felé

nyújtja lábait, a tapadó korongokkal megerősíti őket és a láb izmait összehúzza, előre vonszolja egész testét. — Az ambulakrális edényrendszer szabja

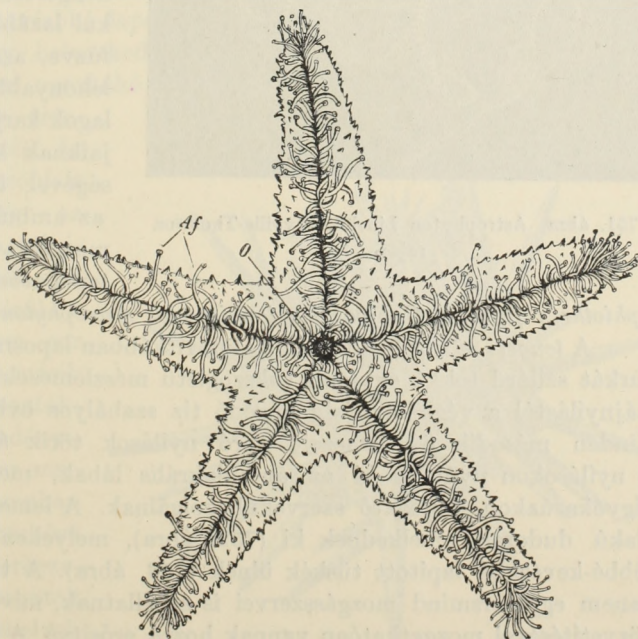


749. ábra. *Archaster bifrons*. Wyville-Thomson rajza.

meg a többi szerv elhelyezkedését is. Vannak szervek, melyek a víz-edényrendszer által megszabott irányban (ambulakrálisan) helyezkednek, mások viszont két sugárcsatorna közt (interambulakrálisan). Az érrendszer és az idegrendszer a vízedények lefutását követi. Az előbbi a körcsatorna mellett haladó körkörös érből s a belőle kiinduló és a sugártengelyek irányában futó sugárerekből áll. Az idegrendszert szintén egy körideg és a sugáridegek alkotják. A sugártengelyek közt, tehát interambulakrálisan fekszenek az ivarmirigyek.

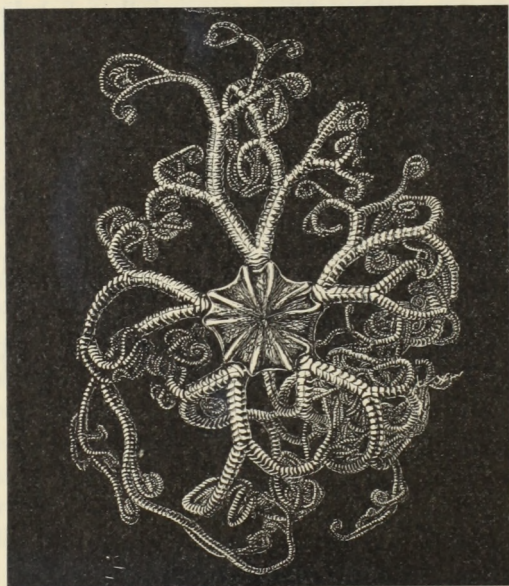
A tüskésbőrűek kivétel nélkül a tenger lakói. Öt osztályba sorozuk őket, ú. m.: 1. *tengeri csillagok* (Asteroidea), 2. *kígyókarúak* (Ophiuroidea), 3. *tengeri sünnök* (Echinoidea), 4. *tengeri ugorkák* (Holothuroidea) és 5. *tengeri lilimok* (Crinoidea).

A *tengeri csillagok* testén (749. és 750. ábra) központi korongot és belőle sugarasan kiágazó karokat lehet megkülönböztetni. A karok néha igen hosszúak, a korong viszont rendkívül kicsiny, máskor meg a korong a karok rovására annyira megnő, hogy a test ötszögletessé lesz, melynek csúcsai jelzik a karok végét. A test mindig lapos. A hasoldalon, a korong közepén fekszik a szájnnyílás; a szájnnyílástól a karok csúcsáig vont sugár mentén fekszenek a



750. ábra. *Echinaster sentus* a szájjoldról nézve. Agassiz rajza.
O szájnnyílás, Af ambulakrállábak.

lábak; a hátoldalon, szintén a korong közepén, találjuk a végbélnyílást, mely azonban gyakran hiányzik, továbbá a madrepora-lemezt. A testnek szilárdságot a már említett mésztettek adnak és a testnek mintegy a vázát alkotják. Különösen jól fejlettek a karok mészlemezei. E lemezek részben a karok oldalán, részben azoknak alsó oldalán helyezkednek el. Az alsó oldalon két lemezsor található, melyeknek tagjai csigolyák módjára sorakoznak egymás mellé, azért ambulakrális csigolyáknak is szokták őket nevezni. A két lemezsor tompa szögben, háztető módjára hajlik egymáshoz és egy bemélyedést, az ambulakrális barázdát határolja. Ebben a barázdában van elhelyezve a víz-



751. ábra. *Astrophyton Linckii*. Wyville-Thomson rajza.

edényrendszer, az érrendszer és az idegrendszer sugárirányú része, tőlük jobbra és balra sorakoznak az ambulakrális lábak, melyek két-két csigolya határán nyúlnak ki. *Astropecten aurantiacus*, *Archaster bifrons* (749. ábra), *Echinaster sentus* (750. ábra), *Asterias glacialis*, *Culcita pentangularis*.

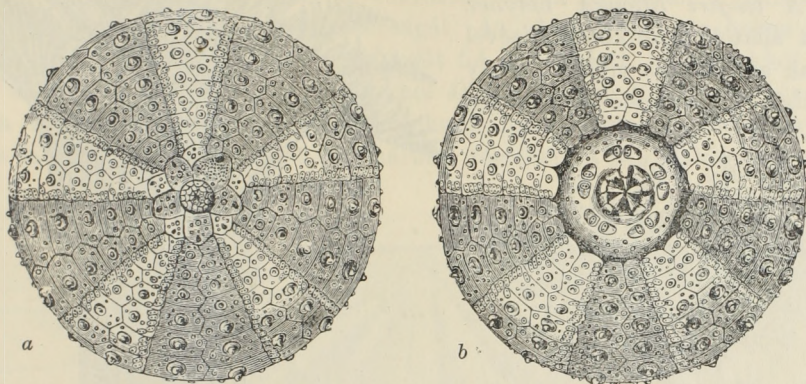
A kígyókarúak teste szintén központi korongból és karokból áll. A karok mindig jól fejlettek, gyakran elágaznak (751. ábra), hengeresek; mészlemezeik sokkal lazábban vannak egymáshoz fűzve, azért a karok sokkal hajlékonyabbak mint a tengeri csillagok karjai. A kígyókarúak karjaiknak kígyózó mozgásai segítségével ügyesen úsznak, azért az ambulakrális lábak nem is mozgásra szolgálnak, hanem tapogatószervekként működnek.

Ophiothrix fragilis, *Ophioderma longicauda*, *Astrophyton Linckii* (751. ábra).

A tengeri sünök teste gömbalakú, ritkábban laposra nyomott. A test külső burkát szilárd tokká egyesült sokszögletű mészlemezek alkotják. A lemezek a szájníylástól a végbélníylásig húzódó tíz szabályos övben vannak elrendezve. Minden második öv lemezeit apró nyílások törik át (752. ábra, *b* rajz). E nyílásokon nyúlnak ki az ambulakrális lábak, melyek épp úgy, mint a kígyókarúakon, tapogató szervekkül szolgálnak. A lemezek felületéről félgömbalakú dudorok emelkednek ki (752. ábra), melyeken hegyes, túalakú vagy többé-kevésbbé lapított tüskék ülnek (753. ábra). A tüskék nemcsak védő-, hanem egyszersmind mozgásszervei is az állatnak, mivel a dudorokhoz izmok közvetítésével mozgathatóan vannak hozzá erősítve. A tok egyik sarkán találjuk a szájníylást, az ellentétes sarkon a végbélníylást. A szájníylás bonyolult szerkezetű rágókészülékkel van felfegyverezve, melyet alakjáról Aristoteles

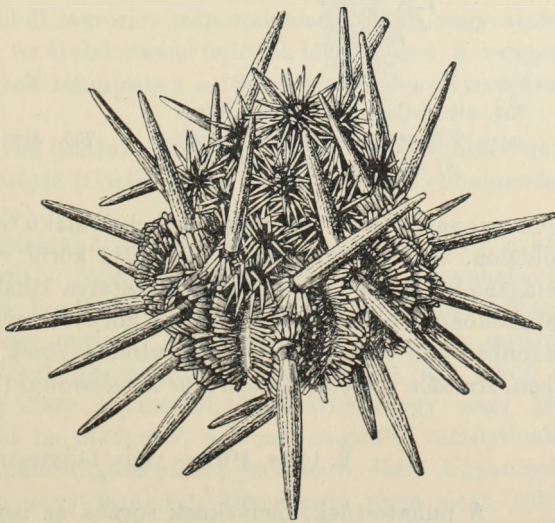
tiszteletére Aristoteles lámpájának nevezünk. *Echinus melo*, *Strongylocentrotus Droebachiensis* (752. ábra), *St. lividus*, *Goniocidaris canaliculata* (753. ábra), *Sphaerechinus granularis*, *Spatangus purpureus*.

A tengeri ugorkák első pillanatra nem is annyira a többi tüskésbőrűre, mint inkább férgekre emlékeztetnek, annál is inkább, mivel bőrük lágy, meszes



752. ábra. *Strongylocentrotus Droebachiensis* váza. Claus rajza. *a* a szájellenes oldalról, *b* a szájoldaltól nézve.

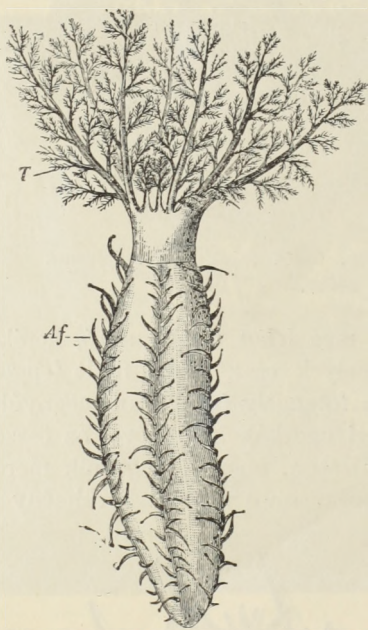
vázuk nincsen, bár a mészváz nyomait még meg lehet találni apró, kerék-, horgony- stb. alakú mésztetek alakjában, melyek csak egyes nyílt tengeri fajokban (*Pelagothuria*) hiányzanak. Testük a főtengely irányában megnyúlt, hengeres vagy többé-kevésbé lapos. A tengeri ugorkák kivételével az összes többi tüskésbőrűek úgy helyezkednek el az alzaton, hogy főtengelyük merőlegesen áll rá, a tengeri ugorkáké ellenben párhuzamos vele. E körülmény a sugaras részarányosság tetemes megváltozását okozza. Az állat testén hát- és hasoldalt különböztethetünk meg, az utóbbi már világosabb színével is elüt az előbbitől. Az ambulakrális lábak közül a hasoldalon fekvő három sor szolgál mozgásszervül, a másik két sorban lévő tapogatóként szerepelnek. A vízedény-, az ér- és az idegrendszer szerkezete fő vonásaiban azonban megegyezik a többi tüskésbőrű megfelelő szerveinek szerkezetével. A szájnyílást tapogatók veszik körül (754. ábra), melyek a sugárcsatornák vagy a kör-csatorna kitüremléséből jöttek



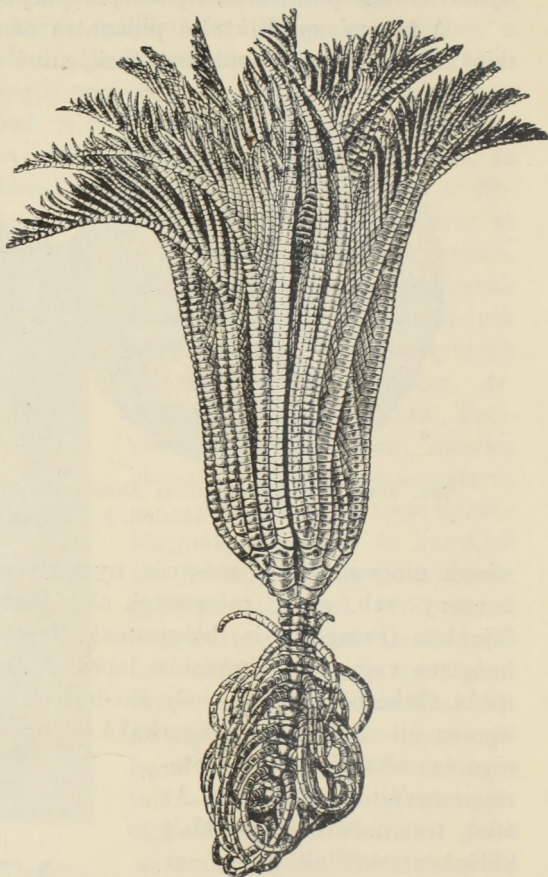
753. ábra. *Goniocidaris canaliculata*. Wyville-Thomson rajza.

létre. Lélekzőszervekül a végbélbe nyíló, faszzerűen elágazó csatornák (tüdőfák) szolgálnak, melyhez hasonló berendezést, mint láttuk, a csillagférgéken is találunk. *Cucumaria Planci* (754. ábra), *Holothuria tubulosa*, *Synapta digitata*, *Pelagothuria natatrix*.

A tengeri liliomok helyhez kötött állatok, nyél közvetítésével vannak az alzathoz erősítve, mely e célból kapaszkodó fonalakkal



754. ábra. *Cucumaria Planci*. Claus rajza. T faszzerűleg elágazó tapogatók, Af ambulakrális lábak.



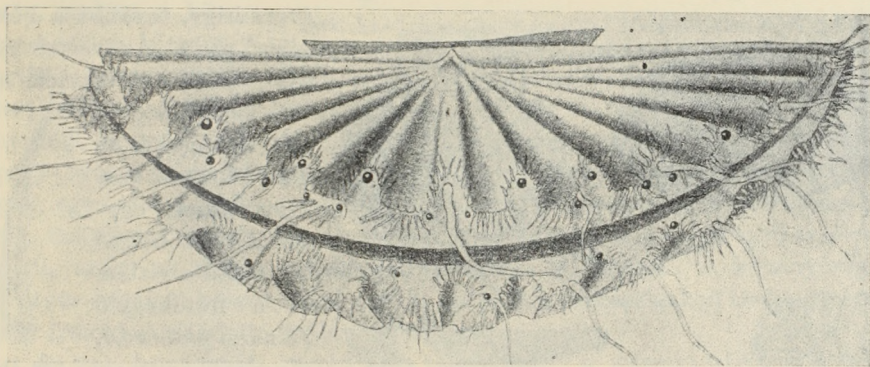
755. ábra. *Pentacrinus Maclearanus*. Wyville-Thomson rajza.

(cirrus) van ellátva. A nyélen ül a kehelyalakú test, közepén, az alzattól elfordult oldalon, van a szájnyílás. A szájnyílás körül veszik eredetüket a többszörösen elágazó karok. A tengeri liliomok osztálya kihaltfélben van. Régi geológiai korszakokban, különösen a palaeozói korban, rengeteg sok képviselőjük volt, ma azonban már csak csekély számú utódaik élnek, többnyire igen nagy mélységekben. *Antedon rosacea*, *Pentacrinus Maclearanus* (755. ábra), *Rhizocrinus lofotensis*.

V. törzs. Puha- vagy lágytestűek (Mollusca).

A puhatestűek, melyeknek sorába az ismertebb állatok közül a kagylók és a csigák tartoznak, testük állományának lágy, rugalmas, szivacszerű voltáról vették nevüket. Ha testük összes részei jól ki vannak fejlődve, akkor a követ-

kező részeket különböztethetjük meg rajtuk : a fejet, a zsigerzacskót, a lábat és a köpenyt, mely utóbbi rendszeren szilárd mészhéjat választ ki. Ezek az alkotórészek azonban a különböző csoportok szerint annyira eltérő módon vannak kifejlődve, hogy a könnyebb megérthetés kedvéért az egyes csoportok ismeretése alkalmával külön-külön fogunk róluk megemlékezni. E helyen csak az idegrendszert emeljük ki, mivel az tükrözteti vissza legjobban a puhatestűek különböző csoportjainak összetartozóságát. Az idegrendszer az összes puhatestűeken egyazon alapterv szerint épült fel és egyrészt idegdúcokból, másrészt a dúcokat összekötő idegfonalakból áll. A három fő idegdúc-pár közül egy a bélcső kezdete, a garat felett fekszik (garatfeletti dúc vagy agydúc), egy a lábban (lábdúc) és egy a test hátulsó részében, a hasoldalon (zsigerdúc).



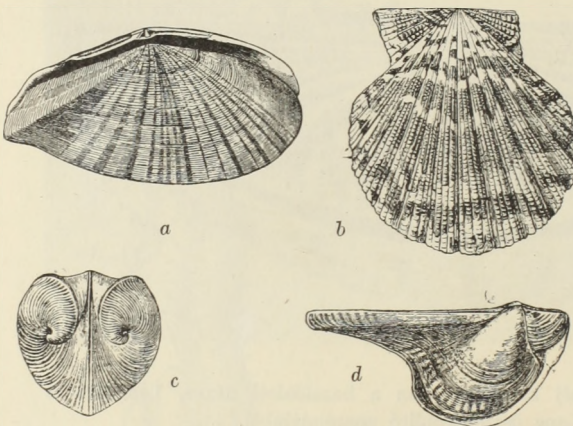
756. ábra. *Pecten Jacobaeus* a héj kinyitása után a hasoldalról nézve. Leuckart és Nitsche rajza Lang összehasonlító anatómiájából.

A puhatestűek kivétel nélkül ivarosán szaporodnak és pedig vagy átalakulással, vagy átalakulás nélkül. Az átalakulással fejlődők lárvája az ú. n. veliger-lárva, mely azért fontos, mert sok tekintetben a férgek trochophora-lárvájával egyezik meg.

A puhatestűeket öt osztályba osztjuk. Ezek : 1. *kagylók* (Lamellibranchia), 2. *fúrólábuak* (Scaphopoda), 3. *csigák* (Gastropoda), 4. *lábasfejűek* (Cephalopoda) és 5. *őspuhatestűek* (Amphineura).

A *kagylókat* másképpen kététeknősöknek (Bivalvae) is nevezik, arról a két mészhéjról, mely testüket beborítja. Nevezik őket fejetleneknek (Acephala) is ama másik fontos sajátságukról, hogy elkülönült fejük nincsen. A héj anyaga szénsavas mész, melyet a köpeny mirigyei választanak ki. Rendszeren szilárd, kemény, kivételesen vékony, törékeny, majdnem üvegszerű. A két teknő a hátoldalon mozgathatóan függ össze egymással. Bezárásukra egy vagy két hatalmas izom szolgál, melyeket ha átvágunk, a héjak maguktól szétnyílnak, mivel a hátoldalon lévő sarokpánt (ligamentum) szétfeszíti őket. Ugyancsak a hátoldalon, a héj bűbszerűen vagy tarajosan kiemelkedő része alatt, több bemélyedést és kiemelkedést találunk s ezek úgy vannak alkotva, hogy az egyik héj kiemelkedései pontosan belé illenek a másik héj bemélyedéseibe. Ez a

berendezés a sarokpánttal együtt a két héj szoros összetartására szolgál, azért zárókészüléknek nevezzük. Közvetlenül a héj alatt, ahhoz hozzátapadva, húsos lemezt találunk, a köpenyt, mely a test hátoldalán ered és az egész állatot körülveszi. A köpeny szegélyéből sok kagylón húsos tapogatók erednek és azon vannak elhelyezve gyakran a látószervek, egyszerű szerkezetű szemek is (756. ábra). A köpeny alatt találjuk a kopoltyúkat, melyek a kagylók legnagyobb részén lemezalakúak (mindkét oldalon két-két lemez), máskor egymás mögé sorakozó szalagokból állanak. A jobb- és baloldali kopoltyúlemezek között fekszik az állat tulajdonképpeni teste. A test oldalt összenyomott, lapos. Alsó része a láb, melynek szélei ékalakúan hajlanak össze. A láb fölött fekszik a zsigerek nagyobb része: a bélcső, felette a szív, két oldalán a vese; a vese vezetéke a kopoltyúk tövéen nyílik. De magában a lábban is találunk szerveket; a láb izmai közt fekszik az



757. ábra. Különböző kagylóhéjak. *a* Tellina rostellum, *b* Pecten pallium, *c* Isocardia vulgaris, *d* Avicula heteroptera.

ivarmirigy, továbbá a bélcső elülső része. Az ivarmirigyek vezetéke a vesevezeték nyílása mellett végződik. A kagylók az édes vizeknek és a tengereknek egyaránt közönséges lakói. Édes vízben él a festőkagyló (*Unio pictorum*), *Anodonta cygnea*, *Sphaerium rivicola*; Szászország folyóiban tenyészik az édesvízi gyöngykagyló



758. ábra. Dentalium elephantinum héja. Fischer rajza.

(*Margaritana margaritifera*); tengerben élnek: az osztriga (*Ostrea edulis*), a fésűkagylók (*Pecten*) különböző fajtái (757. ábra *b*), *Mytilus edulis*; igazi gyöngykagyló (*Meleagrina margaritifera*, mely különösen Ceylon szigete körül fordul elő nagy mennyiségben, *Cardium edule*, *Pectunculus pilosus*.

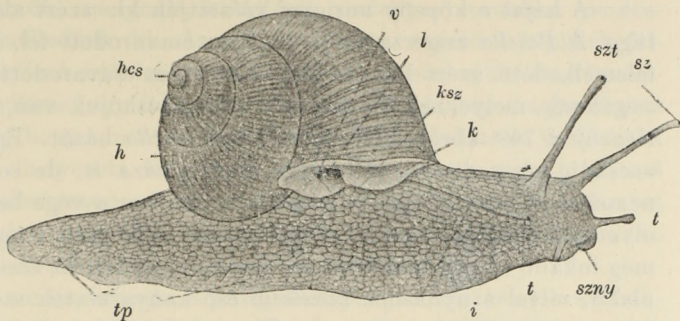
A fúrólábúak osztályába egyetlen nem tartozik, a *Dentalium*, agyarcsgiga. Héja a hát-hasi irányban erősen megnyúlt, az elefánt agyarához hasonlít (758. ábra). Bonctani tekintetben a kagylókkal rokon. Lába kúp alakú, melyet vízfelvétellel annyira felfúszaszthat, hogy az iszapba tudja magát vele fúrni. A *Dentalium*ok mind a tenger lakói. *D. elephantinum* (758. ábra), *D. entale*.

A csigákon, a kagylókkal ellentétben, a puhatestűek jellemző testrészei mind ki vannak fejlődve, azért fejet, zsigercsöket, lábat és köpenyt lehet rajtuk megkülönböztetni.

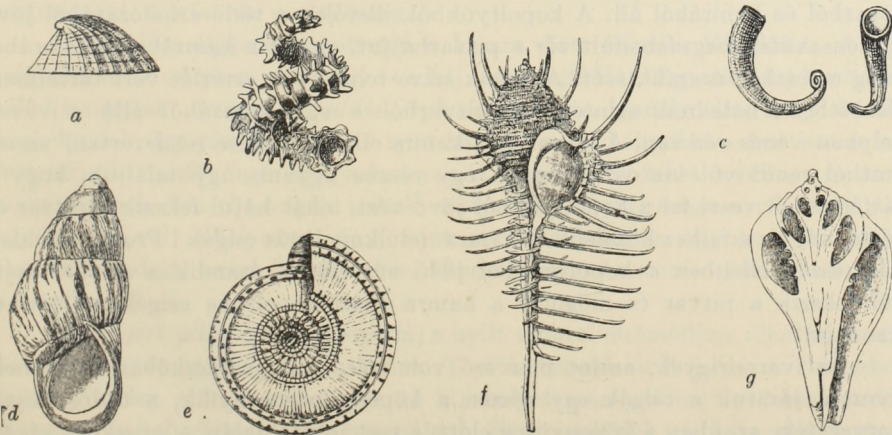
A láb a test hasoldalát foglalja el (759. ábra) és alul lapos talppá szélesedik ki. A fejen van a szájnílás, a tapogatók és a szemek. A csigák szemei rendszeren a tapogatók tövében helyezkednek el, a mi szárazföldi csigáink nagyobb részén azonban egy tapogatószerű nyél, a szemtartó nyél végén

ülnek. A közönséges éti csigának (*Helix pomatia* 759. ábra) pl., amint mindenki tudja, négy »szarva« van, ezek közül a két elülső kurtább a tapogató, a két hátsó hosszabb a szemtartó nyél, a végén látható sötét folt a szem. A köpeny az állat hátoldalát borítja be, a hasoldal felé leér a láb széléig, elül a fej mögött duzzadt szegélyben, a gallérban végződik. A test ama részén, melyet a köpeny borít, a köpeny alkotja egyszersmind a test falát is. A köpeny elül a szegély mentén visszatűrődik és egy vakon végződő üreget, a köpeny- vagy lélekzö-üreget alkotja. Lélekzöüregnek azért hívják, mert a csigák egy részén ebben vannak elhelyezve a kopoltyúk, a tüdőscsigákon pedig, melyeknek kopoltyúik nincsenek, a lélekzöüreg fala maga szolgál lélekzö szervül, azért az üreget másképpen tüdőnek is nevezik. A köpenyüreg a kopoltyús csigákon hosszú réssel nyílik, melyből a tüdőscsigákon csak egy kicsi, kerek, izmokkal elzárható nyílás marad meg.

A test legnagyobb részét egy tágas üreg, a zsigerzacskó foglalja el, melyet alul a láb izomzata, felül a köpeny, a fej mögött fekvő részen pedig a test fala zár be. Benne találjuk a bélcsövet, a májat és az ivarszerveket, az utóbbiak, de különösen a máj oly hatalmasan fejlett, hogy a zsigerzacskó



759. ábra. Az éti csiga (*Helix pomatia*). Hatschek-Cori rajza. *h* héj, *hcs* héjcsúcs, *v* végbél-nyílás, *l* lélekzö-nyílás, *ksz* gallér, *k* köpeny, *t* tapogató, *szt* szemtartó-nyél, *sz* szemek, *sny* szájnyílás *i* ivarnyílás, *tp* talp.



760. ábra. Különböző csigaházak. *a* *Patella pellucida*, *b* *Cylindrella hystrix*, *c* *Cyclosurus Mariei*, *d* *Cochlostyla mindoroensis*, *e* *Solarium perspicuum*, *f* *Murex tenuispina*, *g* *Turbinella pyrum* hosszában átmetszve.

falát kiduzzasztja, és ami a csigákra rendkívül jellemző, a kiduzzadt rész spirálisan felcsavarodik.

A héjat a köpeny mirigyei választják ki, azért alakja a köpeny alakjától függ. A *Patella* zsigerzacskója pl. nem csavarodott fel, hanem csak kúpszerűen felemelkedett, azért háza is kúpalakú, nem csavarodott (760. ábra). Mindazon csigáknak, melyeknek csavarodott zsigerzacskójuk van, a házuk is csavarodott. Nézzük a 760. ábrán feltüntetett *Cylindrella* házát. Ennek a csigának zsigerzacskója hosszan megnyúlt, ilyen tehát a háza is, de sohasem egyenes, hanem némely esetben szabálytalanul görbült, máskor a vége bepöndörödött, néha meg olyan, mint rajzunk is feltünteteti, vagyis egy képzelt tengely körül órarúgó, vagy még inkább csigalépcső módjára csavarodott fel. Ez esetben egészben véve kúpalakú, mivel a nyíláshoz közelebb eső kanyarulatok szélesebbek és a cső vége felé egyre szűkebbek lesznek. E rajzból kiindulva, könnyen megérthetjük a többi csigaház szerkezetét is. Ha ugyanis elképzeljük, hogy a cső akként csavarodik fel, hogy a kanyarulatok szélei egymással érintkeznek s egyszersmind összenőnek, megkapjuk azt az alaptervet, mely szerint a csigaházak legnagyobb része fölépült. Ha a ház lazábban csavarodott fel, akkor a kanyarulatok az említett képzelt tengelyben, mely körül a ház felcsavarodik, nem érintkeznek egymással, azért ott a ház csúcsáig érő lyuk, a köldök marad szabadon, (760. ábra *e*), ha ellenben oly szorosan csavarodik fel, hogy a tengely mentén érintkeznek egymással, akkor a ház közepén szilárd tengely, az oszlop (*columnella*) jó létre, mely körül csavarmenetesen fonódik körül a ház ürege. A 760. ábra *g* rajza átmetszetben tüntet fel egy csigaházat, melyen az elmondottak igen világosan láthatók. A ház alakja és díszítése egyébként rendkívül változékony, mint a 760. ábrán látható sorozat is feltünteteti.

A csigák szerveinek egy része a köpenyüregben, illetőleg annak falában van elhelyezve. Itt találjuk a kopoltyút, mellette a szaglószervert, a vesét, a szívet. A szív hártvás falú zacskóba, a szívburokba van zárva és két részből: pitvarból és kamrából áll. A kopoltyúból, illetőleg a tüdő érhálózatából jövő és szénsavától megszabadult vér a pitvarba jut, onnan a kamrába, a kamrából pedig a testben áramlik szét. A csigák szíve tehát csak artériás vért tartalmaz, ellentétben a halaknak szintén egy pitvarból s egy kamrából álló szívével, melyben vénás vér van. A pitvar és a kamra elhelyezkedése rendszertani szempontból rendkívül fontos. A csigák egy részén ugyanis úgy találjuk, hogy a szív hátulról veszi fel a kopoltyúból jövő vért, tehát hátul fekszik a pitvar és előtte, vagyis a fejhez közelebb, a kamra (elülkopoltyús csigák: *Prosobranchia*), más részén ellenben a kopoltyúból jövő vér elülről áramlik a szívbe, azért elül fekszik a pitvar és mögötte a kamra (hátkopoltyús csigák: *Opisthobranchia*).

Az ivarmirigyek, amint már szó volt róla, a zsigerzacskóban fekszenek, kivezető járatuk a csigák egy részén a köpenyüregbe nyílik, a tüdős csigák ivarvezetéke azonban a köpenyüreg előtt, a test jobb oldalán, a »nyakon« végződik. A csigák egy része váltivarú, más része himnős.

Még egy szervről kell megemlékeznünk, t. i. a bélcsőről. A szájnylást duzzadt ajkak veszik körül. A szájúregben két, a csigákra rendkívül jellemző

szervet találunk, az állkapcsot és a reszelőt. Az állkapocs ívesen hajlott chitinléc, melynek felülete a szájnylásra merőlegesen rovátkolt, a reszelőnek (radula) pedig a nyelvet nevezzük, melynek felületéről szabályos sorokban rendezkedő hegyes fogak emelkednek ki. Az állkapocs és a reszelő a táplálék felaprózására szolgál. A bélcső hátulsó része hurokban visszahajlik és a köpenyüregben, tehát a szájnylással egy irányban végződik. E jelenség magyarázatát az a körülmény adja meg, hogy a mai csigák ősei olyan állatok lehettek, melyeknek köpenyürege a benne elhelyezett szervekkel együtt a testnek a szájnylással ellentétes végén volt elhelyezve, e szervek azonban eddig még nem ismert tényezők hatására eredeti helyükről eltolódtak és a test jobboldala mentén előre vándorolva a test elülső részére, mai helyükre jutottak.

A csigákat három rendre osztjuk, és pedig *elülkopoltyús csigákra* (Prosobranchia), *hátsókopoltyús csigákra* (Opisthobranchia) és *tüdős csigákra* (Pulmonata).

Az *elülkopoltyúsok* szívpitvara a kamra mögött fekszik. Váltivarúak. Tengerben, édes vizekben vagy szárazföldön élnek. *Patella coerulea*, *Halotis tuberculata*, *Trochus varius*; a *Murex*- és *Purpura*-fajok szolgáltatták az ókor bíborát; *Cypraea moneta*, házáat némely vad nép pénz gyanánt használja; édes vizekben él a *Paludina vivipara*, *Valvata piscinalis*, szárazon a *Cyclostoma elegans*, a *Cochlostoma*k különböző fajai.

Az *elülkopoltyúsok* közé kell sorolnunk az *evezőlábú csigákat* (Heteropoda) is, melyeknek szervezete összes lényeges vonásaiban megegyezik az *elülkopoltyúsok*éval, életmódjuk azonban némileg módosította őket. A valódi *elülkopoltyúsok* a vízfénék és part lakói, az *evezőlábúak* hazája ellenben a nyílt tenger s míg amazok lassan mászva változtatják helyüket, addig ezek ügyesen úsznak lábuk elülső, úszóvá szélesedett karéja segítségével. *Carinaria mediterranea*.

A *hátsókopoltyúsok* szívpitvara a kamra előtt fekszik. Hímnősek. A fajok nagyobb része csupasz, a köpeny és a héj visszafejlődött. Egyetlen faj kivételével mind tengeriek. *Actaeon tornatilis*, *Aplysia depilans*. Igen érdekes, hogy a *hátsókopoltyúsok* egy részén a bélcső nem hajlott, a végbélnylás a test hátsó vége felé fekszik, tehát úgy ahogyan a csigák őseinél. Ki lehet azonban mutatni, hogy ezeknek ősei oly csigák voltak, melyeknek köpenyürege a végbélnylással együtt elül volt elhelyezve, úgy mint az *elülkopoltyús csigák*on. Köpenyük elcsenevészedett, azért házuk sincs. *Dendronotus arborescens* (761. ábra), *Doris Johnstoni*.

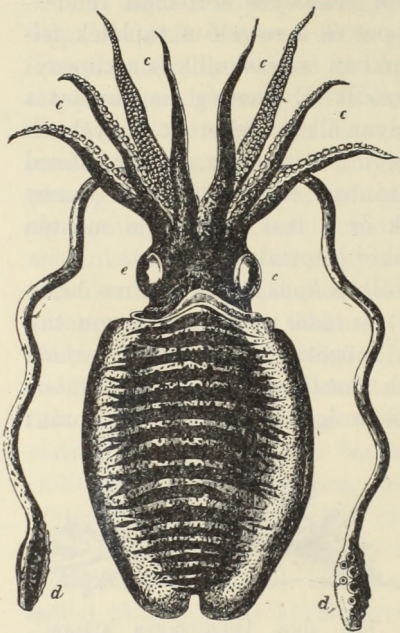
A *tengeri pillangók* (Pteropoda) a nyílt tengeri életmódhoz alkalmazkodott *hátsókopoltyús csigák*. Fejük nincs. Testük hasoldaláról jobb- és baloldalon egy-egy széles, szárnyszerű lemez nő ki, melyet szárnyakhoz hasonlóan tudnak mozgatni és helyváltoztatásra használnak. Egy részüknek van héja, másik részük csupasz. *Hyalaea complanata*, *Pneumodermon violaceum*.

A *tüdőscsigák* köpenyüregében nincsenek kopoltyúk. Lélekzésre a köpenyüreg fala szolgál, azért az üreget tüdőnek hívjuk. Hímnősek. Részbenszárazföldön,



761. ábra. *Dendronotus arborescens*. Fischer rajza.

részben édes vizekben élnek. *Helix pomatia*, közönséges éti csiga (759. ábra), *H. hortensis*, kerti csiga, *Clausilia biplicata*, *Limnaea palustris*, mocsárcsiga, *Planorbis corneus*, tányércsiga. A szárazföldiek egy részének köpenye elcsenevészedett, azért házuknak is csak nyoma van meg egy kis mézselemez alakjában, de az is a bőr alá van rejtve (meztelen csigák). *Limax maximus*.

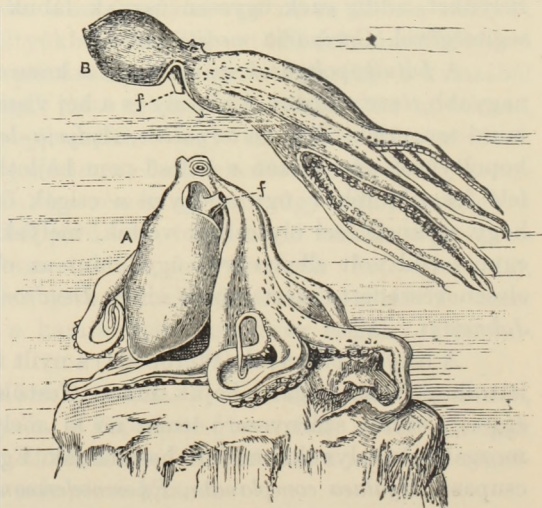


762. ábra. *Sepia officinalis*. Owen rajza. *c* rövidebb, *d* hosszabb karok, *e* szemek.

hát- és hasoldalt lehet megkülönböztetni. Ez utóbbit teljesen beborítja a köpeny, mely a törzs oldalán ered és a fej mögött szabadon végződik. A köpeny, mint a csigákon, a köpenyüreget zárja körül. A köpenyüregben találjuk a kopolyúkat (1 vagy 2 pár), továbbá a kiválasztó szerv (vese), az ivarvezeték és a végbél nyílását. — A köpenyüregbe izmos falú cső, a tölcsér vezet (763. ábra, *f*). A lábasfejűeknek nincsen a csigákéhoz hasonló lábuk, azonban be lehet bizonyítani, hogy a tölcsér a lábból, helyesebben a láb oldalnyúlványaiból jött létre.

A köpenyüreg falát felvágva, láthatóvá lesz a zsigerzacskó. Benne a következő szer-

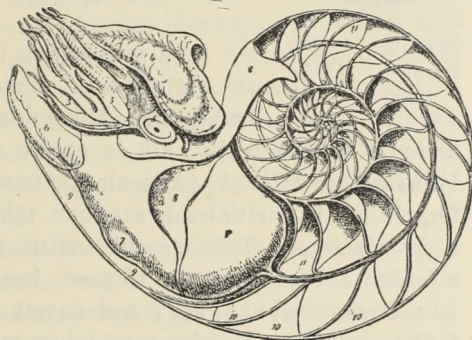
A lábasfejűek testét egy befűződés két könnyen megkülönböztethető részre osztja, fejre és törzsre (762. ábra). 763. ábránk *A* rajza pihenő helyzetben levő Octopust, közönséges néven polipot tüntet fel. E rajzon látható zacskószerű rész, melyet első pillanatra fejnek gondolhatna az ember, a törzs, a másik rész, mely körül koszorúszerűen helyezkednek el a lábak, az állat feje; a lábak által körített terület közepén találjuk a szájnyílást. A lábak, melyeket egyébként karoknak is szoktak nevezni, kígyószerűek, izmosak, a szájnyílás felé eső oldalukat tapadókorongok borítják. A karok tövén foglalnak helyet a szemek, melyek oly tökéletes alkotásúak, hogy hozzájuk fogható tökéletességű szemeket a gerinctelenek egyik csoportjában se találunk és külsőleg is, szerkezetükben is rendkívül sok hasonlatosságot tüntetnek föl a gerincesek szemével. A törzsön



763. ábra. *Octopus vulgaris*. Mercuriano rajza. *A* nyugalomban. *B* mozgásban, *f* tölcsér

vek foglalnak helyet: a bélső, a szív a vérerekkel, a vese és az ivarszervek. A bélső, mint a csigákon, patkóalakúan visszahajlott, azért a szájníylás és a végbélníylás egy irányba esik. A szájníylás két hatalmas, papagálycsőrre emlékeztető állkapoccsal van felfegyverezve. A végbéllel egy zacskó, a tinta-zacskó függ össze, melynek mirigyei sötét, tintaszerű folyadékot választanak el, amiről a lábasfejűeket tintahalaknak is szokták nevezni. A tinta-zacskó védőszervül szolgál, amennyiben tartalmát kiürítve, az állat annyira zavarossá teszi maga körül a vizet, hogy ellenségei nem látják meg. Legjobban fejlett tintazacskója van a Sepiának, mely a szépia néven ismert festéket szolgáltatja.

A lábasfejűek közül csak a Nautilusnak és az Argonautának van jól fejlett héja. A Nautilus háza (764. ábra) némileg egyes csigák, pl. a tányérsiga házára emlékeztet, azonban egészen más szerkezetű. Ha a Nautilus héját középen kétfelé vágjuk, akkor láthatjuk, hogy üregét harántfalak sok kisebb kamrára osztják fel (764. ábra, 10). Az állat maga a legkülső, legtágasabb kamrában lakik, a többi kamra üres, helyesebben levegővel van tele. A kamrák fala középen át van lyukasztva, mely nyílásokon egy az állat testének hátsó falából kiinduló cső, a siphó (11) hatol keresztül s benyúlik egészen a legbelső rekeszig. A többi lábasfejű héja többé-kevésbé elcsenevészedett, külsőleg rendszeren nem is látható, mert a bőr alá van rejtve, mint pl. a Sepiáé (az ú. n. szépiacsont).



764. ábra. Nautilus pompilius nősténye héjával, ez utóbbi hosszában átvágva. Leunis-Ludwig rajza. 1 köpeny, 2 hátlebeny, 3 fejlebeny a tapogatókkal, 4 fejcsuklya, 5 szem, 6 tölsér, 7 a pete-héjat képző mirigy helye, 8 héjizom, 9 a héjnak lakásul szolgáló kamrája, 10 választófalak a lakatlan kamrák között, 11 siphó.

A lábasfejűek mind tengeri állatok. Vannak közöttük 10—12 cm nagyságú törpék, de viszont oly óriások is, melyek, karjaikat is hozzászámítva, 20—25 méter nagyságot is elérnek. E szörnyetegeket régebben csak a hajósok regéiből ismerték, melyek szerint óriási polipok még nagyobb vitorlásokat is megtámadnak és elsüllyesztenek. Újabban azonban Új-Foundland és Japán partjain a viharok vetettek ki ily polipokat, illetőleg azoknak egyes testrészeit, melyek azt bizonyítják, hogy mégsem a hajósok fantáziájának szülöttei.

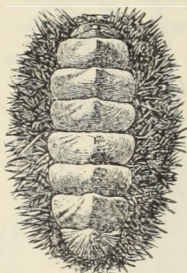
A lábasfejűeket két rendre osztjuk, ú. m. *négypoltyúsokra* (Tetrabranchiata) és *kétkopoltyúsokra* (Dibranchiata).

A *négypoltyúsoknak* ma már csak egy képviselője van, a *Nautilus*, utolsó maradványa egy hajdan fajokban rendkívül gazdag állatsoportnak. Négy kopoltyúja van, héja jól fejlett, a szájníylást sok kurta tapogató veszi körül. *Nautilus pompilius* (764. ábra).

A *kétkopoltyúsok* egy részének nyolc karja van (*nyolckarúak*: Octopoda). *Octopus vulgaris* (763. ábra), *Argonauta argo*; másik részének tíz karja van

(tízkarúak: Decapoda), a tíz kar közül kettő hosszabb, nyolc rövidebb. *Loligo vulgaris*, *Sepia officinalis* (762. ábra), *Spirula Peronii*.

A puhatestűeknek még egy osztálya van, az *őspuhatestűek*, melyeket azért nevezünk így, mert ezek állanak legközelebb a puhatestűek feltehető őseihez. Kisebb termetű, néhány cm nagyságú tengeri állatok, melyek főképpen a partok szikláira tapadva élnek. Testük széles, lapos, tojásdad, fejük a törzstől nem különült el élesen; héjuk nyolc egymás mögött zsindekszerűen elhelyezett lemezből áll. *Chiton spinosus* (765. ábra), *Ch. siculus*. Egy részüknek nincs héja, ezeknek teste megnyúlt, hengeres, a férgekéhez hasonló. *Neomenia carinata*.



765. ábra. *Chiton spinosus*. Cooke rajza.

VI. törzs. Ízeltlábúak (Arthropoda).

Az ízeltlábúak legközelebbi rokonait, egyszersmind őseit az alsóbbrendű állatok sorában, a gyűrűsférgek közt kell keresnünk. Miként a gyűrűsférgeké, akként az ízeltlábúak teste is szelvényekből áll és ennek alapján *Cuvier*, mint láttuk, az ízeltlábúakat *ízeltállatok* (Articulata) néven egy csoportba foglalta a gyűrűsférgekkel. Az ízeltlábúak azonban tökéletesebb, magasabbrendű állatok mint a gyűrűsférgek. Tökéletesebb voltak főképpen két sajátosságukban nyilvánul, először abban, hogy a törzzsel ízesülő ízekre osztott végtagjaik vannak, és másodszor abban, hogy szelvényeik nem egyenlő értékűek, amennyiben több ízük szorosabban fűződve egymáshoz, meghatározott szerkezetű, a többi szelvény-csoporttól eltérő feladatot teljesítő testrészé alakult át.

A végtagok ugyanolyan képződmények, mint a gyűrűsférgek már ismert csonkalábai vagy parapodiumai, vagyis a szelvények függelékei, de lényegesen eltérnek azoktól, mert mozgatható ízektől állanak és a testtel is mozgathatóan, ízülettel függenek össze. Végtagok fordulhatnak elő minden, vagy majdnem minden szelvényen, más esetben azonban csak a test bizonyos részein vannak végtagok.

A végtagok első sorban a helyzetváltoztatás szervei ugyan, de egy részük átalakulhat egyéb feladatokat végző szervekké, pl. tapogatókká, rágószervekké stb. Mivel egy szelvényen csak egy pár végtag fordulhat elő, azért ha a test valamely nem tagolt részén több végtagot találunk, abból teljes biztossággal következtethetjük, hogy az illető testrész több szelvény összeolvadásából jött létre.

A test szelvényei rendszeren három csoportra különülnek el, vagyis három testtájat alkotnak. Az első összeolvadnak egymással és a fejet alkotják (771. rajz, *F*), az utána következők a törzset (*T*) és az utolsó a potrohot (*P*). A fej és a tor gyűrűi némely esetben összeolvadnak és a fejtörzset alkotják (784. ábra); más esetben viszont megnövekedik a testtájak száma, midőn a potroh két részre tagolódik, a tulajdonképpeni potrohra és az utópotrohra; pl. a skorpiók úgynevezett farka nem egyéb, mint a potroh hátsó megvékonyodott része, az utópotroh (784. ábra).

Az ízeltlábúak testét szilárd páncél borítja. A páncél alapanyaga nitrogéntartalmú szerves anyagból, chitinből áll, melyet a bőr legfelső rétege választ ki. A chitinpáncél szilárd voltánál fogva a test lágy részeinek mintegy támasztéka, hozzátapadnak az izmok, mint ahogy a gerincesek izmai a csontvázhoz, azért e hasonlatosság alapján általában a rovarok chitinvázáról szoktunk beszélni. A chitinpáncél nem növekedik együtt az állattal s ezért időről időre leveti és bőre helyette újat, tágabbat választ ki. Ezt a folyamatot, mely a fejlődés során többször ismétlődik, vedlésnek nevezzük.

Az egy testtájékhoz tartozó szelvények nagyon hajlandók az összeolvadásra. A fej szelvényei mindig összeolvadnak s a tor gyűrűi sincsenek mindig úgy külön választva, mint 770. és 771. rajzunk feltünteti, hanem rendszeren azok is összeolvadnak egymással. Az összeolvadásra való hajlandóság szembeötlő egyéb szerveken is, nevezetesen az idegrendszeren. Az idegrendszer, mint a gyűrűsférgeknél, a garat feletti dúcokból, a garatot körülfogó ideghurokból és a hasdúcóláncból áll, melynek első dúcpárja a garat alatti dúc. A hasdúcólánc némely esetben megőrzi még eredeti szerkezetét, vagyis két idegtörzsből áll, melybe szelvényenként idegsejteket tartalmazó dúcok vannak beiktatva. Az idegtörzsek azonban rendszeren egybeolvadtak s dúcaik sincsenek szelvényenként elosztva, hanem több-kevesebb dúc összeolvad nagyobb tömeggé, és pedig különösen olyan dúcok, melyek egy testtájékhoz tartoznak.

Az érrendszer szerkezete az egyes csoportok szerint eltérő s csak egy része van, mely meglehetősen állandó szerkezetet tüntet fel az ízeltlábúak összes csoportjaiban, t. i. a szív. A szív a hátoldalon foglal helyet, legtöbbször cső-, ritkábban zacskóalakú és a testüreg elkülönült része, a szívburók zárja körül. A vért a szívburókból oldalnyílásokon át veszik fel, a szívből egy vagy több nagyobb éren át távozik el s azután vagy bonyolult szerkezetű edényekben áramlik tovább, vagy pedig a szervek közötti hézagokba jut, ahonnan a szívburókba kerül vissza.

Az ízeltlábúak kivétel nélkül ivaros úton szaporodnak, és pedig vagy megtermékenyített, vagy meg nem termékenyített szűz petékből fejlődnek. Mielőtt teljes fejlettségüket elérnék, többnyire lárvaszakon mennek keresztül. Az egyes csoportok lárvái rendkívül eltérő szerkezetűek, azokról majd az illető helyen fogunk megemlékezni.

Az ízeltlábúak egy része vízben, más része szárazföldön él. Az előbbieket kopolyúkkal lélekzenek, az utóbbiak egy sajátos csőrendszer, a trachearendszer segítségével. A lélekzőszervek alapján osztjuk őket két altörzsre, ú. m. *kopolyúsokra* (Branchiata) és *légcsővesekre* (Tracheata).

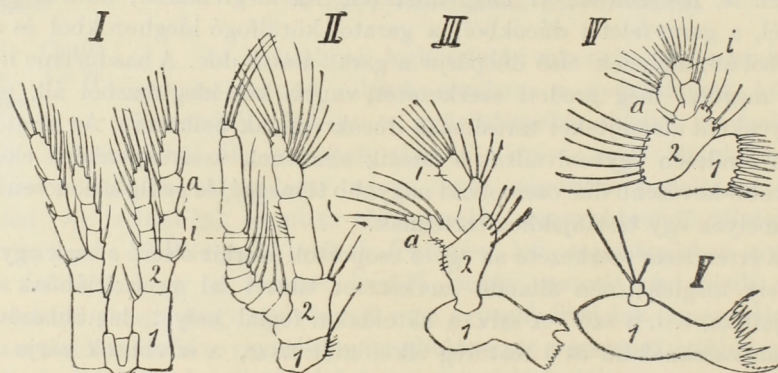
1. altörzs. Kopolyúsok vagy rákfélék (Branchiata v. Crustacea).

Ha a laikus a rák szót hallja, képzeletében a folyami rák, vagy ha tengerparton is járt, a scampi, a homár, a tarisznnyarakok képe jelenik meg. Tévedés volna azonban azt hinni, hogy az összes rákfélék a folyami rák vagy a tarisznnyarakok testsabása szerint vannak alkotva. Az ilyen, aránylag nagytermetű rákok csak a kisebbik részét alkotják a rákféléknek, a nagyobbik részük ellenben

olyan apró, 1—2 mm-nyi nagyságú, hogy a felületes szemlélőnek fel se tűnnek. Pedig ezek az apró lények tavaink, folyóink, pocsolyáink legközönségesebb, leggyakoribb lakói s nincs olyan huzamosabb ideig vízzel telt vízmeder, melyben apró rákok ne fordulnának elő. Ők alkotják a vizek nyílttükri faunájának, planktonjának egyik leglényegesebb részét.

A rendszerező állattanban »rákfélék« néven foglaljuk össze mindazokat az ízeltlábú állatokat, melyek kopoltyúkkal lélegzenek, két pár tapogatójuk vagy csápjuk van és végtagjaik az ú. n. hasadt láb tipusa szerint vannak alkotva.

A rákfélékre annyira jellemző hasadt lábat két ízből álló tő- vagy alaprészből és az utóbbiból eredő két ág, egy belső (entopodit) és egy külső (exopodit) alkotja, melyek ismét több ízből állanak (766. ábra). A lábnak emez ősi



766. ábra. Evezőlábú rákok végtagjai. I—IV Diaptonus Castor végtagjai. I hasadt láb, II második jobb csáp, III jobb rágó (mandibula), IV jobb állkapocs (maxilla). V Cyclops coronatus jobb rágója. 1 és 2 az ősi hasadt láb alapjának első és második íze, a külső ága (exopodit) és i belső ága (entopodit).

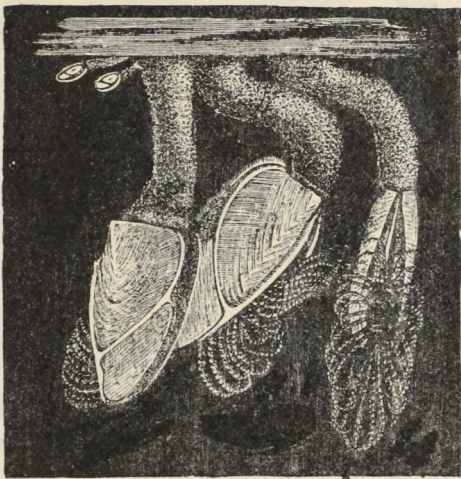
alakja azonban sokféle változáson mehet át aszerint a feladat szerint, melyet betölt. Azokon a lábakon pl., amelyek nem úszásra, hanem a vízfenéken vagy a szárazföldön való járásra szolgálnak, a külső ág eltűnik és csak a belső ág marad meg (folyami rák járólábai). A végtagok más része a szájníylás körül csoportosul és a táplálék feldarabolására szolgál. Ezek a végtagok úgy módosulnak, hogy alaprészüket rágólemezzé alakul át, a két ág pedig fokozatosan visszafejlődik és végül csak kurta tapogató marad meg belőlük, amely a rágólemez külső oldaláról nyúlik ki. A folyami rák szájníylása körül pl. hat pár végtag csoportosul; a hasadt láb eredeti alakjához legjobban hasonlít közülük az, amelyik legközelebb fekszik a járólábakhoz, viszont legjobban eltér tőle az, mely a legmesszebb esik a járólábaktól. A tapogatók se mások mint átalakult végtagok, melyek a többi végtagtól eltérően a szájníylás előtt helyezkednek el. Feladatuk szerint a tapintás és talán a szaglás szervei, kivételes esetekben evező szervekké lettek (evezőtápotatók). A hasadt láb ősi alakját leginkább a potroh végtagjai őrizték meg, melyek még akkor se változtatják meg eredeti alakjukat, ha az összes többi végtagok átalakulnak is.

A testszelvények közül a potroh szelvényei majdnem mindig élesen elhatárolódnak egymástól ; a fej szelvényei viszont mindig összeolvadnak ; a tor gyűrűi egyes esetekben külön váltak, máskor ellenben összeolvadnak egymással is, meg a fej gyűrűivel is és a fejtort (cephalothorax) alkotják.

A rákok túlnyomó részt vízi állatok s kopoltyúkkal lélegzenek. A kopoltyúk mindig olyan helyen találhatók, ahol a víz könnyen megújulhat, nevezetesen a lábak tövén. Egyes esetekben bizonyos végtagok maguk alakultak át kopoltyúkká.

Belső szerveik az egyes csoportok szerint nagyon eltérő alkotásúak. E helyen csak a kiválasztószervekről emlékezünk meg, mert azok rendszertani szempontból is fontosak. Kiválasztásra vagy a héjmirigyek szolgálnak, melyek az állkapcsok tövéen nyílnak, vagy pedig a csápmirigyek (másképp zöld mirigy), melyeknek nyílását a hátsó (második) csáppár tövéen találjuk.

A rákok nagyjából átalakulással fejlődnek. Lárvaik igen különböző alakúak; kettő közülük rendszertanilag is fontos, t. i. a Nauplius és a Zoëa. A Nauplius teste tojásdad alakú, három szelvényből áll, azért három pár végtagja van. A Zoëa jóval tökéletesebb szerkezetű. Teste fejtorból és potrohból áll, az előbbi részen több végtagot visel, az utóbbi részen nincsenek végtagok. A Nauplius az alsóbbrendű, a Zoëa pedig a felsőbbrendű rákok jellemző lárva.



767. ábra. Lepas anatifera. Filhol rajza.

A rákféléket két osztályba soroljuk. Ez osztályok: 1. *alsóbbrendű rákok* (Entomostraca), 2. *magasabbrendű rákok* (Malacostraca).

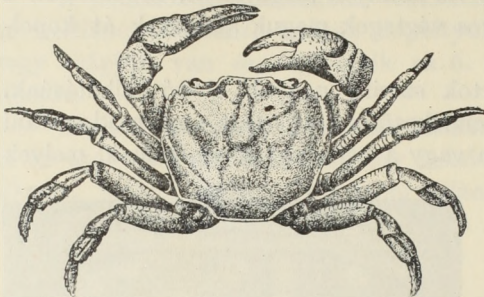
Az alsóbbrendű rákok sorába többnyire apró, 1—2 mm nagyságú állatok tartoznak, de vannak közöttük több cm nagyságúak is. Szelvényeik száma rendkívül változó (10—45); kiválasztószervül a héjmirigyek szolgálnak, lárvájuk a Nauplius. Szervezetük alapján több rendre lehet őket osztani. Az evezőlábúak (Copepoda) teste megnyúlt, 16 szelvényből áll (fej 6, tor 5, potroh 5 szelvényből), végtagjaik típusosan fejlett hasadt lábak, a potrohon nincsenek végtagok. *Diaptomus Castor*, *Cyclops coronatus*. A kopoltyúslábúakat (Branchiopoda) leginkább lábaik sajátos szerkezete jellemzi, melynek töréséből kopoltyúlemezek sarjadzanak, a külső és belső ágak pedig lapos lemezekké váltak; *Daphnia pulex*, *Leptodora hyalina*, *Branchipus stagnalis*, *Apus cancriformis*. A kagylós rákok (Ostracoda) testét két, a kagylókéra emlékeztető héj zárja be; szelvényeik szorosan összeforrtak, azért ízeltségüket csak a végtagok jelzik. *Cypris fuscata*, *Cytherea lutea*, *Cypridina mediterranea*. A kacslábú rákok (Cirripedia) helyhez kötött állatok, melyek sziklákon, cölöpökön, csiga- és

kagylóhéjakon stb. szoktak megtelepedni, vagy pedig élősdiek. Testüket többnyire több részből álló héj takarja. *Lepas anatifera* (767. ábra), *Balanus tintinnabulum*, *Sacculina carcini* (35. ábra), tarisznýarákokon élőködik, héja nincs.

A magasabbrendű rákok teste 20 szelvényből áll, melyekből 13 a fejre és torra, 7 a potrohra esik. A női ivarszervek többnyire a 11., a hím ivarszervek

a 13. szelvényen nyílnak; kiválasztószervül a csáp- vagy zöld mirigyek szolgálnak; lárvájuk a Zoëa, némely esetben lárvák nélkül fejlődnek.

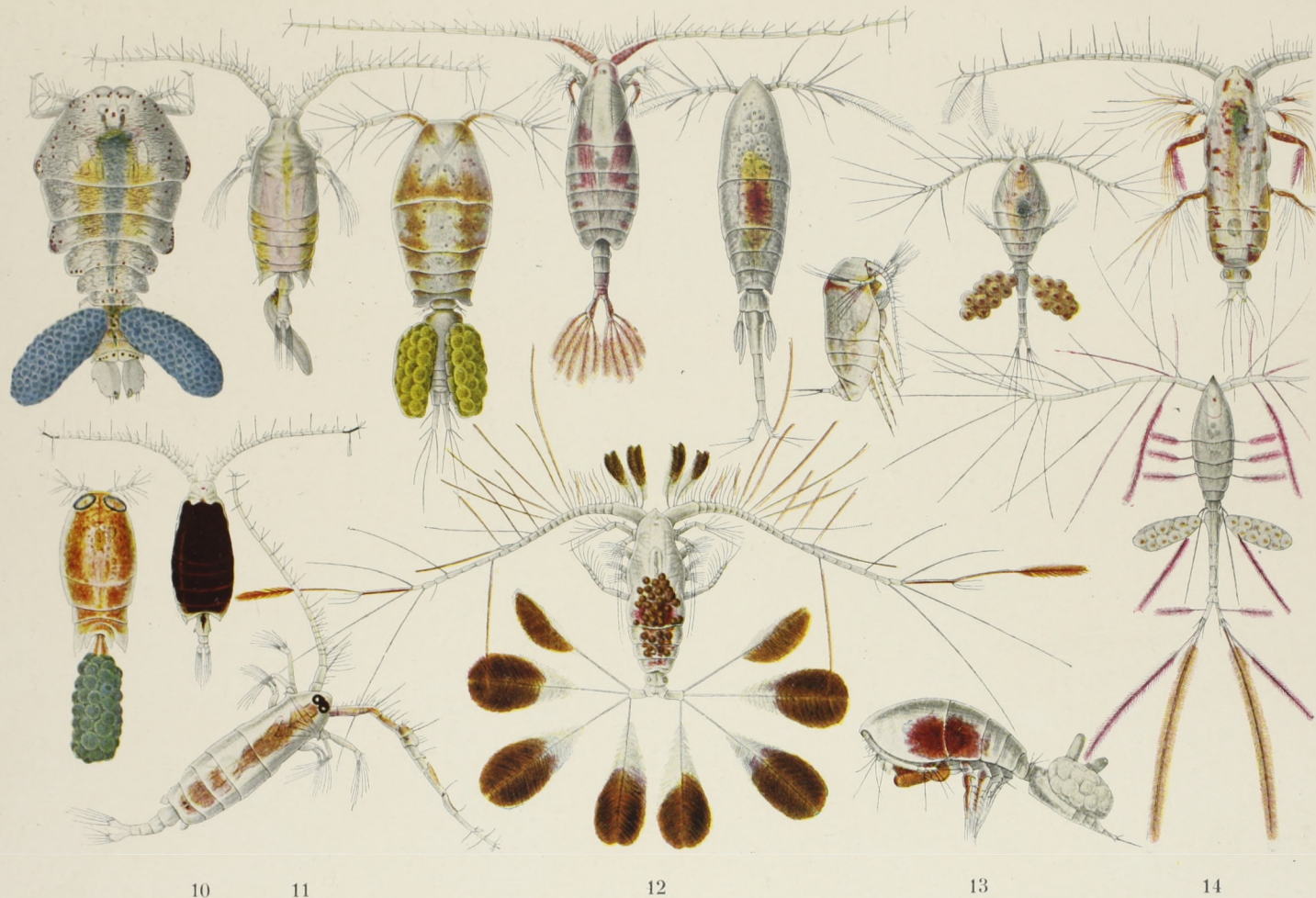
A magasabbrendű rákok egy részére (ízelttorúak: *Arthrostraka*) jellemző, hogy torsi szelvényeik nem forrtak össze egymással; szemek a test egy bemélyedésében ülnek, felületük egy szintbe esik a test felületével. *Gammarus pulex*, *Phronima sedentaria*, *Oniscus murarius*, ászkarák; az ászkarákok szárazföldön, nedves helyeken, pincékben, kövek alatt stb. élnek. A másik részt az össze-



768. ábra. *Telphusa fluviatilis*. Cuvier rajza.

forrtorú rákok (*Thorakostraka*) alkotják. Torgyűrűik összeolvadtak egymással, valamint a fej szelvényeivel is s együtt a fejtort alkotják; szemek mozgatható nyélen ülnek. Meg kell azonban jegyeznünk, hogy egyik csoportjukban (*Stomatopada*) a három utolsó torgyűrű még nem olvadt össze egymással. *Squilla mantis*.

A rákfélék legtokéletesebb szervezetű csoportját a Thorakostrakák sorába tartozó *tízlábú rákok* (Decapoda) alkotják. A tízlábú rákok teste két részre tagolódik, ú. m. fejtorra és potrohra, mely utóbbit közönségesen faroknak szokták nevezni. A fejtort 13 szelvény alkotja, közülük nyolc a fejre, öt a torra esik. A tor öt pár végtagja lábszerűen alakult át, innen származik a tízlábú rák elnevezés. A lábak vagy karmokban, vagy ollókban végződnek. Különösen jól fejlett az első pár ollója s az első pár láb nem is járásra, hanem védő- és támadófegyverül szolgál. A fejen nyolc pár végtagot találunk. Az első kettő a két pár tapogató; a tapogatók mögött következő végtagok szájszervekké alakultak át, a szájníylás körül csoportosulnak és a táplálék feldarabolására szolgálnak. Sorban az első a felső állkapocs, utána következik a két pár alsó állkapocs, ezek mögött a három pár állkapocs-láb. A hasadt láb eredeti alakjától legjobban eltér a felső állkapocs, mely csak rágólemezből és a rajta lévő tapogatóból áll, de amint hátrább megyünk a szájszervek során, eredeti szerkezetük annál jobban megnyilvánul és az állkapocs-lábakon már egészen világosan meg is lehet különböztetni a tő-részt és a két ágat. A külső ág tapogatóvá alakult át. A potroh végtagjai hasadt lábak, melyek egyik esetben úszószervekkül szolgálnak, más esetekben egyéb feladatot teljesítenek, pl. a folyami rák hímjén az első pár hosszában behajlik és zárt csövet alkot, mely párosodó szervként működik, a nőtény pedig, mint általánosan ismeretes, a potroh lábaira ragasztja tojásait.



TENGERI EVEZÓLÁBÚ RÁKOK.

Giesbrecht rajza.

1. Sapphirina auronitens (♀)
2. Candace pectinata (♀)
3. Onceña mediterranea (♀)
4. Centropages violaceus (♂)
5. Lubbockia squillimana (♀)

6. Scolecithrix Bradyi (♀)
7. Oithona nana (♀)
8. Eucalanus crassus (♀)
9. Oithona plumifera (♀)
10. Corycaeus venustus (♀)

11. Candace ethiopica (♀)
12. Labidocera Wollastoni (♂)
13. Calocalanus pavo (♀)
14. Oncña mediterranea (♀)



A tízlábú rákoknak két csoportját különböztetjük meg. Az egyik csoport tagjainak jól fejlett potroha van (hosszúfarkú rákok: *Macrura*). *Astacus fluviatilis*, folyami rák, *Nephrops norvegicus*, scampi, *Palinurus elephas*, langusza, *Homarus vulgaris*, homár; a bernátrákok arról nevezetesek, hogy potrohukat csigaházakba rejtik, *Eupagurus Bernhardus*, *E. Prideauxi*, asztalközösségben él a házára telepedett *Adamsia palliata* nevű tengeri rózsával. A másik csoport a rövidfarkú rákok (*Brachyura*) csoportja, melyek elcsenevészedett potrohukat a fejtor hasoldalára hajtva viselik. *Dromia vulgaris*, *Calappa granulata*, *Carcinus maenas*, *Pachygrapsus marmoratus*, a Quarnero egyik legközönségesebb tarisznyarákja; *Telphusa fluviatilis* (768. ábra), a Földközi-tenger mentén édes vizekben él.

2. altörzs. Légcsövesek (Tracheata).

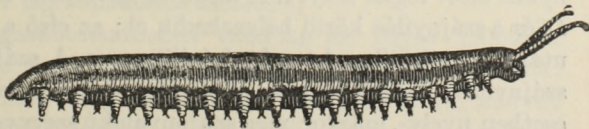
A légcsövesek csoportja a rákfélékkel ellentétben a szárazföldi életmódhoz alkalmazkodott ízeltlábúakat foglalja magába. Lélekszerveikül a légcsövek vagy tracheák szolgálnak. A tracheák belülről finom chitinhártyával bevont csövek, melyek vagy az egész szervezetet behálózó, összefüggő szövedéket, vagy egyes külön álló pamatokat alkotnak. A cső falainak szétfeszítésére a chitinréteg fonalai, vastagodásai szolgálnak, melyek csavarmenetesen vannak kifejlődve. A légcsövek oldalt légnyílásokkal (stigma) nyílnak a szabadba. A végtagok a szárazföldön való járásra szolgálnak és csak egy ízsor alkotja őket. Csak egy pár tapogatójuk van.

A légcsövesek osztályai a következők: 1. *öslégcsövesek* (Protracheata), 2. *százlábúak* (Myriopoda), 3. *rovarok* (Insecta v. Hexapoda), 4. *pókfélék* (Arachnoidea).

Az *öslégcsövesek* rendszertani szempontból rendkívül fontos állatok, mert szervezetükben az ízeltlábúak és gyűrűsférgek sajátosságai egyesülnek, azért némileg összekötő kapcsolatot alkotnak az említett két állatcsoport között.

Testük megnyúlt, hengeres (769. ábra.), melynek külsején bevágások nem jelzik a szelvények határát. A szelvényezettséget kívülről csak a végtagok árulják el. A lábak részben a gyűrűsférgek állábaira, részben az ízeltlábúak végtagjaira emlékeztetnek: a törzzsel mozgathatóan függnek össze, de nincsenek tőle élesen elhatárolva, gyűrűzöttségük elmosódott, karmokban végződnek.

A fejen három pár végtagot találunk, egy pár csáp, egy pár állkapcsot és egy pár szájszemölcsöt, mely utóbbiak szintén átalakult végtagok. A gyűrűsférgekkel egyeznek meg



769. ábra. *Peripatus capensis*. Moseley rajza.

abban, hogy kiválasztószervül szelvényiszervek szolgálnak, a légcsövesekkel viszont abban, hogy légcsöveik vannak, melyek különálló pamatokat alkotnak. Idegrendszerük meg éppen a laposférgekéhez hasonlít és egy pár agydúcból s a belőle kiinduló két hasoldali idegtörzsből áll, melybe közönként dúcok vannak beiktatva.

Az őslégsövesek osztályát a régebbi Peripatus nem alkotja, melyet újabban hét nemre osztottak. Amerika, Afrika, Ázsia és Ausztrália tropikus részein élnek. *Peripatus capensis* (769. ábra).

A százlábúak szintén megnyúlt, hengeres vagy a hát-hasi irányban kissé lapított testű állatok. Testükön már kívülről is egészen világosan látható a szelvényezettség; szelvényezettségük azonban jóval alacsonyabb fokon áll mint pl. a rovaroké, ami abban nyilvánul, hogy szelvényeik, a fej kivételével, nem forrtak össze és azért testükön testtájakat se lehet megkülönböztetni. A fej négy összeolvadt szelvényből áll. Összes szelvényeik lábakat viselnek, legfeljebb az utolsó nem, azért lábaik száma igen nagy, a százlábú elnevezés is innen ered. A lábak 6—7 ízből állanak, a törzzsel ízület közvetítésével függenek össze. Idegrendszerük, érrendszerük és légzőszerveik is szelvényes szerkezetűek. Minden szelvényen, esetleg minden másodikon, találunk egy-egy pár tracheapamatot.

A százlábúak egyik rendjét (*Chilopoda*) az jellemzi, hogy a kifejlett állat szelvényei két összeolvadt szelvényből állanak, azért mindegyiken két pár végtagot, két pár tracheapamatot, két pár idegdúcot és két pár szívkamrát találunk. *Julus foetidus*, *Glomeris pustulata*. A másik rendbe (*Chilognatha*) tartozóknak szelvényei nem két szelvényből olvadtak össze. Testük kissé lapított. Szájszerveikkel méregmirigyek függenek össze, melyeknek váladéka az apróbb állatokat meg is öli, a nagyobb, tropikus tájakon élő fajok pedig az emberen is rendkívül fájdalmas és veszélyes sebeket tudnak ütni. *Geophilus electricus*, *Scolopendra obscura* (770. ábra), *S. morsitans*, *Scutigera coleoptrata*.

A rovarok teste három élesen elhatárolt részből áll, ú. m. fejből, torból és potrohából. A potroh szelvényeinek száma változékony, rendszeren 9—10, néha csak 5, máskor 11. A potrohgyűrűk oldalán láthatók a légsövek nyílásai. A tor mindig három gyűrűből áll s a három részt külön-külön névvel elő-, közép- és utótornak nevezzük. A torgyűrűk rendszeren összeforrtak egymással, ritkábban különváltak (771. ábra). A fej egységes chitin-tok, mely, a végtagok számából következőleg, legalább négy szelvény összeolvadásából jött létre.

Végtagok csak a fejen és a toron vannak, és pedig összesen hét pár. A három torszelvény mindegyikén 1—1 pár láb van, és azért a rovarokat hatlábúaknak (*Hexapoda*) is szokták nevezni.

A fejen négy pár végtagot találunk. Legelőször fekszik a csáp, mely a szájníylás előtt foglal helyet. A mögötte következő három pár szájszervekké alakult át és a szájníylás körül helyezkedik el; az első a három közül a felső állkapocs, utána következik a két pár alsó állkapocs. A szájszervekhez tartozik még két a szájníylást elöl és hátul határoló chitin-lemez, a felső és alsó ajak, melyek némely esetben nyelv-, máskor meg szuronyalakú szervvé nyúltak meg. A felső állkapocs erős, zömök lemez, a két alsó állkapocs ellenben több részből álló, bonyolult szerkezetű szerv, melynek szerkezete rendkívül változékony az állat táplálékának természetére, vagy másképpen szólva a táplálkozás módja szerint. Az alsó állkapocsok feldarabolásra szoruló állati vagy növényi részekből táplálkozó rovarokon rágó szervekké lettek s az ilyen szájszerveket rágó szájszerveknek nevezzük; más alkotásúak a méhek, darazsak szívó szájszervei, melyek arra szolgálnak, hogy a virágok mézét kiszívják. Ezeknek állkapoccai megnyúltak, legfontosabb részük az ú. n.

nyelv, a méz felszívására alkalmas csöves szerv. A vérből és növényi nedvekből táplálkozó legyek és poloskák szűrő szájszervei ismét más berendezésűek. Az összes alkotórészek hosszú, részben hegyes, törszerű lemezekké váltak, melyeknek egy része a bőr, illetőleg a növények hámrétegének átfúrására, más részek pedig, melyek egymás mellé fektetve csövet alkotnak, a vér és a növénynedvek felszívására szolgálnak. A lepkék ú. n. ormánya vagy pödörnyelve szintén a virágok mézének felszívására szolgál, de szerkezete azért egészen elüt a méhek szívó szájszerveinek szerkezetétől. Összes szájrészeik közül csak az elülső alsó állkapocs-pár van jól kifejlődve és órarúgóyszerűen bepöndörödött csövet alkot.

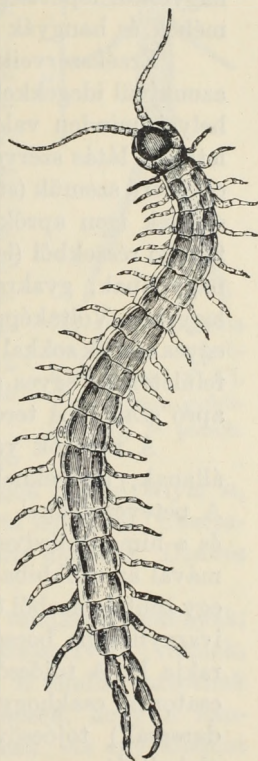
Az alsóbbrendű rovarokon megvannak még a potroh végtagjainak nyomai is apró szemölcsök alakjában. A magasabbrendű rovarok potrohán legfeljebb csak lárva-korban találunk végtagokat.

A közép- és utótör hátoldalán vannak a szárnyak. A szárnyak a test falának kitüremléséből jöttek létre, azért két rétegből állanak. A közöttük lévő üregbe a légsövek is behatolnak és a szárny erezetét alkotják. A szárnyak hajlékonyak, rugalmasak és vagy mind a két pár, vagy legalább a hátsó pár röptésre szolgál. A legalsóbbrendű rovarok még szárnyatlanok (771. ábra), sőt a magasabbrendűek között is találunk szárnyatlanokat (783. ábra), ki lehet azonban mutatni róluk, hogy szárnyas őseiktől származtak, szárnyatlan voltak tehát ú. n. másodlagos, nem eredeti sajátság.

A bélcső, épp úgy mint a szájszervek, a táplálkozás módja szerint változik. Általában véve a következő részekből áll: nyelőcsőből, begyből, előgyomorból vagy rágógyomorból, mirigyes gyomorból, bélből és végbélből. A bélbe a végbél kezdete táján több hosszú cső nyílik, a Malpighi-féle edények, melyek a kiválasztás szervei.

Léleköszervek, mint tudjuk, a légsövek szolgálnak. Az alsóbbrendűeken annyi légsöpamatot találunk, ahány légsőnyílás van, a magasabbrendűeken azonban az egyes pamatok összefüggének egymással és az egész testet behálózó szöveteket alkotnak. A légsőrendszer gyakran hatalmas levegőtartó hólyagokkal kezdődik, melyek kétoldalt a test hosszában helyezkednek el. A légsőnyílások ezekbe vezetnek s belőlük ágaznak ki a légsövek. Némely rovar vízben élő lárvájának léleköszervei sajátos módon alkalmazkodtak a vízi életmódhoz. Ugyanis a lárvák léleköszerveit a test felszínéről kinőtt fonál-, levél- stb. alakú bőrfüggelékek alkotják, melyekben légsövek ágaznak el: légsőkopoltyúk (szitakötők, kérészek stb. lárvai).

A rovaroknak nincs zárt véredényrendszerük, vagyis vérük nem zárt csövekben mozog. A véredényrendszerből csak a hátoldalon fekvő, csőalakú



770. ábra. Scolopendra obscura. Koch rajza.

szív van kifejlődve, melyet a szívburok zár körül. A vér a szívből egyenesen a testüregbe jut s onnan szivárog át a test szöveteibe.

Az idegrendszer a garat feletti vagy agydúcából és a hasdúcóláncból áll. A hasdúcólánc az alsóbbrendűeken még két idegtörzsből áll, melyekbe mindegyik szelvényben egy-egy dúc van beiktatva, a magasabbrendűeken ellenben több dúc összeolvadt egymással s összeolvadt, részben vagy egészen, a két idegtörzs is. Általában jellemző a rovarokra az idegrendszer, különösen az agy nagyfokú fejlettsége, ami már magában is megmagyarázza sok rovar, pl. a méhek és hangyák fejlett szellemi tehetségeit.

Érzékszerveik közül jól fejlett a tapintás szerve, mely célra a csápok, azonkívül idegekkel ellátott szőrök, a tapintószőrök szolgálnak. A csápok székhelyei minden valószínűség szerint a szaglás érzékének is. Rendkívül jól fejlettek a látás szervei, a szemek. A rovaroknak kétféle szemük van, úgymint egyszerű szemük (stemma, ocellus) és összetett vagy facettás szemük. Az egyszerű szemek igen aprók, azért pontszemeknek is nevezik őket. Fénytörő és fényfelfogó részekből (lencse, üvegtest, retina) állanak. Az összetett szemek sokkal nagyobbak, gyakran ezek foglalják el a fej legnagyobb részét, pl. a méheken, legyeken. Voltaképpen rendkívül sok egyszerű szemből állanak, csak hogy minden egyes részük sokkal tökéletesebb szerkezetű, mint a magános pontszem. A szem felületén az egyes alkotórészek határát bemélyedések jelzik, melyek a felületet apró szabályos terekre osztják.

A rovarok váltivarúak. Ivarmirigyeik számos pete-, illetőleg herecsőből állanak, melyeknek közös vezetéke közvetlenül a végbélnyílás előtt nyílik. A petevezetékkel két egymással összeköttetésben levő zacskó, a párzózacskó és a hímesiranedvet tartó hólyag függ össze. A hímesiranedv a párosodás alkalmával az utóbbiba jut. A hím ivarkészülékhez tartozik a párzószerv (penis) is, egy több lemezből összetett chitincső, melyet a hím párzás alkalmával a nőtény ivarnyílásába bocsát. A petéket némely rovar (pl. sáskák) tojócső segítségével rakja le. A tojócső a hím peniséhez hasonlóan több chitinlemezből formálódó csatorna, csak hogy annál sokkal hosszabb. Sok hártvás szárnyú rovar (méhek, darazsak) tojócsőve méregmiriggyel kapcsolatos támadó fegyverré, fullánkka alakult át.

Némely rovar szűz petékből fejlődik (levéltetvek, méhek hímjei, néhány lepke stb.), túlnyomó részüknek petéi azonban csak megtermékenyítés után indulnak fejlődésnek. A fejlődés menete a különböző rovarcsoportok szerint nagyon eltérő s eszerint át nem alakuló, félig és teljesen átalakuló (ametabol, hemimetabol és holometabol) rovarokat különböztetünk meg. Az ametabol rovarok átalakulás nélkül fejlődnek, vagyis a petéből kikelő fiatal állat olyan, mint az ivarérett, csak hogy kisebb. Ily módon fejlődnek a legősibb szárnyatlan rovarok. Ezekkel szemben az átalakulással fejlődő rovarok lárvái eltérő alakúak, mint az ivarérett alakok és ivarszerveik fejletlenségén kívül főképpen abban különböznek tőlük, hogy nincsenek szárnyaik. A tökéletlen átalakulással fejlődő rovarokon a szárnyatlan fiatal, a lárvá és a szárnyas ivarérett állat, imago közt lévő különbségek fokozatosan egyenlítődnek ki, úgy hogy a szárnyak minden vedlés után nagyobbak és nagyobbak lesznek. A tökéletes átalakulással fejlődő

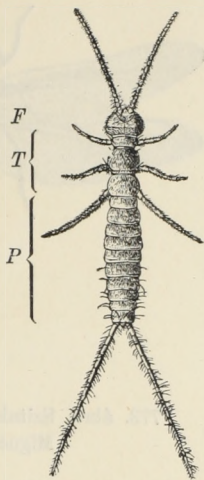
rovarok lárváinak átalakulása nem fokozatosan, hanem hirtelenül, szinte ugrás-szerűen folyik le. A lárvá az átalakulás ideje alatt egyes életműködéseit felfüggeszti, pl. nem vesz fel táplálékot, helyét rendszeren nem változtatja, hanem mint mozdulatlan, úgynevezett báb éli át a gyors átalakulás időszakát. A báb teste megvédésére többé-kevésbé szilárd burokkal veszi körül magát. Az egyes csoportok lárvái nagyon eltérnek egymástól, mindenki ismeri pl. a bogarak pajor, pajod, csimasz néven nevezett lárváját, a lepkék lárvái a hernyók, a legyek lárváit nyüveknek szokták nevezni.

A rovarok legnagyobb része szárazon él, kisebb részük vízben, és pedig édes vízben, igen-igen ritkán tenger-, helyesebben félsós vízben. A rovarfajok száma rendkívül nagy. Az eddig ismert összes állatfajoknak legalább a fele a rovarokra esik.

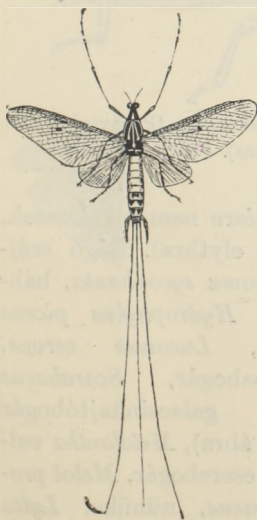
A rovarokat a következő tíz rendre osztjuk: 1. *ősvarovok* (Apterygota), 2. *álrecésszárnyúak* (Archiptera v. Pseudoneuroptera), 3. *egyenesszárnyúak* (Orthoptera), 4. *recésszárnyúak* (Neuroptera), 5. *bogarak* (Coleoptera), 6. *hártyás-szárnyúak* (Hymenoptera), 7. *csőrösrovarok* (Rhynchota), 8. *légyfélék* vagy *kétszárnyúak* (Diptera), 9. *szárnyatlanok* vagy *bolhák* (Aphaniptera) és 10. *lepkék* (Lepidoptera).

Az *ősvarovak*nak nincsenek szárnyaik, szájszerveik rágó szájszervek, némely faj potrohán még megvannak a végtagok maradványai is, légsőveik különálló pamatokat alkotnak, átalakulás nélkül fejlődnek. *Campodea staphylinus* (771. ábra), *Podura aquatica*, *Desoria glacialis*, glecser-bolha.

Az *álrecésszárnyúak* szárnyai rendkívül vékonyak, üvegszerűek, átlátszóak, rágó szájszerveik vannak, tökéletlen átalakulással fejlődnek. E rendbe tartoznak a termeszek, melyek arról nevezetesek, hogy a hangyákhoz hasonlóan államot alkotnak. Az egy államot alkotó egyének, melyeknek száma rendszeren több ezer, bonyolult szerkezetű, néha több méter magasságú építményben laknak. Az államot kétféle egyének alkotják: egyik részük szárnyatlan, ivarszerveik elcsenevészettek, szaporításra alkalmatlanok és két rendre, nevezetesen dolgozókra (566. ábra) és katonákra oszlanak; a másik csoport egyénei szárnyasok (szárnyaik azonban idővel lehullanak) és jól fejlett ivarszerveik vannak, ezek (»királyok« és »királynők«) végzik a fajfenntartás feladatát. A nőtény oly rengeteg mennyiségű petét termel, hogy potroha idomtalan zacskóvá puffad fel. *Termes lucifugus*, D.-Európa, *T. fatalis*, D.-Afrika; *Ephemera vulgata*, kérész (772. ábra), lár-

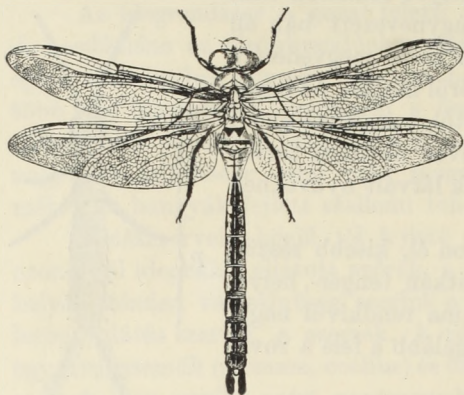


771. ábra. *Campodea staphylinus*. Lubbock rajza. *F* fej, *T* tor (három gyűrűből áll), *P* potroh.



772. ábra. Kérész (*Ephemera vulgata*). Cuvier rajza.

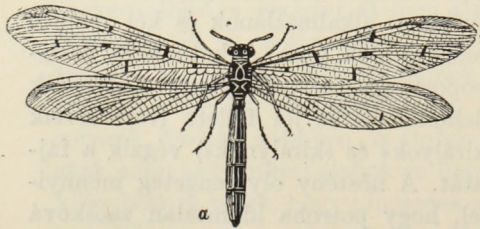
vája 3—4 évig él a vízben, az ivarérett állat élete ellenben mindössze pár órára terjed; *Calopteryx virgo*, *Libellula depressa*, *Anax formosus* (773. ábra).



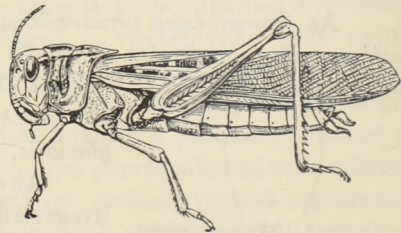
773. ábra. Szitakötő (*Anax formosus*).
Migneaux rajza.

térnek tőlük tökéletes átalakulással járó fejlődésükben. *Myrmeleo formicarius*, hangyaleső (775. ábra, *a*); lárvája (775. ábra, *b*, és 776. ábra) a homokban él, ott tölcésáralakú bemélyedést készít s annak a fenekén rejti el magát a homokba annyira, hogy olló alakú állkapcsának csak a hegye látszik ki; táplálékát a tölcésérbe gurult apróbb állatok, különösen hangyák alkotják; a tegzes szitakötők onnan vették nevüket, hogy vízben élő lárváik homokszemekből, apró csigaházakból, fadarabkákból stb. házat vagy tegzet építenek maguknak. *Phryganea grandis*.

A bogarak elülső és hátsó szárnyai más-más szerkezetűek; röptésre csak a hátsók szolgálnak, azok lágyak, rugalmasak, az elülsők ellenben kemények, merevek és repülésre nem alkalmasak, hanem inkább a test védelme a feladatuk (szárnyfedő: elytra). Rágó szájszerveik vannak, tökéletes átalakulással fejlődnek. *Calosoma sycophanta*, bábrabló, *Hydrophylus piceus*

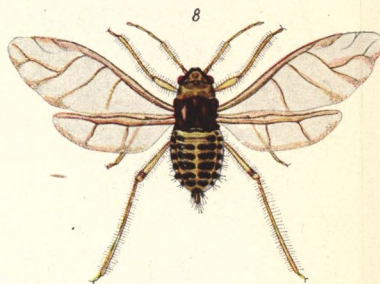


775. ábra. A hangyaleső (*Myrmeleo formicarius*). Cuvier rajza. *a* kifejlett állat, *b* lárvája.



774. ábra. Vándorsáska (*Pachytylus cinerascens*). Sharp rajza.

csibor, *Lucanus cervus*, szarvasbogár, *Scarabaeus sacer*, galacsinhajtóbogár (777. ábra), *Melolontha vulgaris*, cserebogár, *Meloë proscarabaeus*, nünüke, *Lytta vesicatoria*, kőrisbogár, *Tenebrio molitor*, lárvája liszt-kukac néven ismeretes,



ROVAROK.

Migneaux rajza.

1. Kallócserebogár (*Polyphylla fullo*).
2. *Xenos vesparum*.
3. Fülbemászó (*Forficula auricularia*).
4. Sáska (*Acridium coerulescens*).

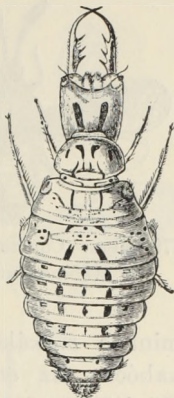
5. *Phlaethrips aculeata*.
6. Csíkos poloska (*Graphosoma semipunctata*).
7. Kabóca (*Cicada fraxini*).
8. *Aphis juglandis*.

9. Lódarázs (*Vespa crabro*).
10. Szitakötő (*Anax formosa*).
11. Atalanta-pille (*Vanessa Atalanta*).



Cerambyx heros, höscincér, *Bostrychus typographus*, betűző szú, az ormányos bogarak (*Curculionidae*) a növények veszélyes ellenségei, *Coccinella septempunctata*, hétpöttyös böde.

A *hártyásszárnyúak* szárnyai, mint a név is mutatja, hártyaszerű, kevésbé erezett, az elülső és hátsó szárnyakat horogszerű nyujtványok oly szorosan egymáshoz kapcsolják, hogy egynek látszanak; egy részüknek rágó, más részüknek szívó szájszerveik vannak, tökéletes átalakulással fejlődnek. Némely faj lárvája hernyóhoz hasonlít, más fajké lábatlan, mint a legyek lárvája. A nőtényeknek vagy tojócsövkük, vagy pedig fullánkjuk van. A *hártyásszárnyúak* egyik csoportja arról nevezetes, hogy petéit fák leveleinek és fiatal



776. ábra.
A hangyaleső
(*Myrmeleo pallidipennis*)
lárvája.
Meinert rajza.



777. ábra. Galacsinhajtó-
bogár (*Scarabaeus sacer*).
Sharp rajza.

hajtásainak tojócsövkükkel fűrt nyílásába vagy más állatok testébe rakja le. A levelek és ágak megfűrt részén a növény szövetei erősen megduzzadnak és így keletkeznek a mindenki által ismert gubacsok. A lárva a gubacs belsejében él és annak szöveteiből táplálkozik. *Rhodites rosae*, rózsza-gubacsdarázs. A *fürkészdarázsok* (*Ichneumonidae*) más állatok testébe, különösen hernyókéba rakják petéiket s a kikelő fiatalok azok testéből táplálkoznak. A *fürkészek*, mint a hernyók ellenségei, az emberre nézve is rendkívül hasznos rovarok. *Ichneumon culpator*, *Bracon impostor*.

A másik csoportot a *fullánkösök* (*Aculeata*) alkotják; ezek közé a méhek, darázsok és hangyák tartoznak.

Mindezek az állatok nevezetesen arról, hogy a földbe, fákra, odvakba stb. többé-kevésbé művészi szerkezetű lakást építenek maguknak. Legtöbbjük csoportosan, államot alkotva él. *Apis mellifica*, házi méh, *Vespa crabro*, lódarázs, *Bombus terrestris*, földi pösör, *Psithyrus vestalis* (778. ábra), *Formica rufa*, erdei vöröshangya. A hangyák fullánkja elcsenevészedett, sok fajé meg éppen teljesen visszafejlődött. A hangyaállamot szárnyatlan dolgozók, fejletlen ivarszervekkel bíró hímek és nőtények, továbbá szárnyas ivaros egyének alkotják. Sok hangya-faj elrabolja más hangyák bábait, hogy rabszolgákat neveljenek belőlük, sőt vannak olyanok is (*Polyergus rufescens* stb.), melyek rabszolgáik nélkül elpusztulnának, mert azok táplálják őket. Más hangyák egyéb rovarokat fogadnak birodalmukba, sőt gondozzák, táplálják is őket, ha valami hasznukat látják, pl. levéltetveket, melyeket a testükből kiszivárgó mézszerű nedv kedvéért tenyésztnek.



778. ábra. *Psithyrus vestalis*.

A csőrös rovaroknak szűrő szájszerveik vannak, tökéletes átalakulással fejlődnek. Szárnyaik különféle alkotásúak s annak alapján három alrendbe



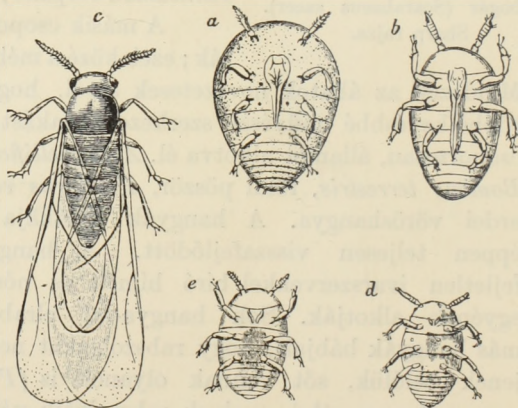
779. ábra. *Copium clavicorne*.
Rübsaamen rajza.

osztjuk őket. A poloskák vagy *felemásszárnyúak* (Hemiptera) elülső szárnyainak tö-része megkeményedett, másik része lágy és rugalmas (fél-szárnyfedő: hemielythra); jellemző szervük a bűzmirigy, mely a tor alsó oldalán található. Egy részük vízben, más részük szárazon él. *Nepa cinerea*, vízi skorpió, *Notonecta glauca*, hátonúszó; *Pentatoma rufipes*, *Copium clavicorne* (779. ábra), *Cimex lectularia*, ágyi poloska. A kabócáknak vagy cicadáknak (Homoptera) mindkét szárnya egyforma alkotású, némelyeké pergamentszerű,

mint a sáskáké, másoké lágy, mint a recésszárnyúaké. *Cicada orni*, éneklő kabóca. Az emberre nézve felette fontosak a *levéltetvek* (Phythophthiria). Közéjük tartoznak a *pajzstetvek* (Coccida), melyek némelyike rendkívül tartós festéket szolgáltat, pl. a *Coccus cacti*, bíbortetű, a bíbor festéket, a *C. lacca*, lakktetű, a sellakkot szolgáltatja; az almafa veszélyes ellensége a vértetű, *Schizoneura lanigera*; a legszomorúbb hírességre azonban a szőlőtetű, *Phylloxera vastatrix* (780. ábra) tett szert, mely rövid néhány év alatt szinte egész Európa szőleit kipusztította. A *tetvek* (Aptera) alrendjét szárnyaik hiánya és fejlődésük menete, mely átalakulás nélkül folyik le, választja el a többi csőrös rovartól. Szárnyaik hiányát, valamint fejlődésük egyszerűbb voltát élősködő életmódjuk magyarázza meg. *Pediculus capitis*, fejtetű (781. ábra), *P. vestimenti*, ruhatetű.

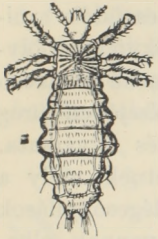
A légyféléknek csak egy pár szárnyuk van, a hátulsó pár helyét a halterák, dobverő alakú egyensúlyozó szervek foglalják el (782. ábra); szűrő szájszerveik vannak, tökéletes átalakulással fejlődnek. *Culex pipiens*, közönséges szunyog, az *Anopheles* nembe tartozó szunyogok a malária terjesztői; *Tabanus bovinus*, pöcsök, *Musca domestica*, házi légy, *Cheilosia chrysocoma* (782. ábra), *Hypoderma bovis*, marhabögöly, lárvája a szarvasmarha bőrében képződő tályogokban, a *Gastrophilus equi* a ló gyomrában él, ahol túlságosan elszaporodva, a gazdaállat halálát okozhatja; *Braula coeca*, méhtetű, a méhek élősdije.

A bolhák szárnyatlanok, de azért tökéletes átalakulással fejlődnek, lárváik korhadó fában vagy szemétben élnek, szűrő szájszerveik vannak. *Pulex irritans*, házi bolha (783. ábra).



780. ábra. A szőlőtetű (*Phylloxera vastatrix*).
a—c Taschenberg, d és e Fatio rajza. a és b gyökér-lakó alak, c a szárnyas nemzedék egy képviselője, d hím, e nőstény.

A **lepkéknek** majdnem mindig jól fejlett szárnyaik vannak, melyeket rendkívül finom pikkelyek borítanak (hímpor). Tökéletes átalakulással fejlődnek, lárváikat hernyóknak nevezik. *Tinea pellionella*, közönséges moly, *Abraxas grossulariata*, pöszmételepke, *Gastropacha pini*, fenyő-szövőlepke, *Bombyx mori*, selyemlepke, *Sphinx pinastri*, fenyőszender, *Acherontia Atropos*, halálfejű lepke, *Smerinthus ocellata*, esteli pávaszem, *Papilio Machaon*, fecskefarkú pille, *Vanessa Io*, nappali pávaszem, *Vanessa Atalanta*, Atalanta-pille (lásd a színes táblát), *Pieris brassicae*, káposzta - pille.



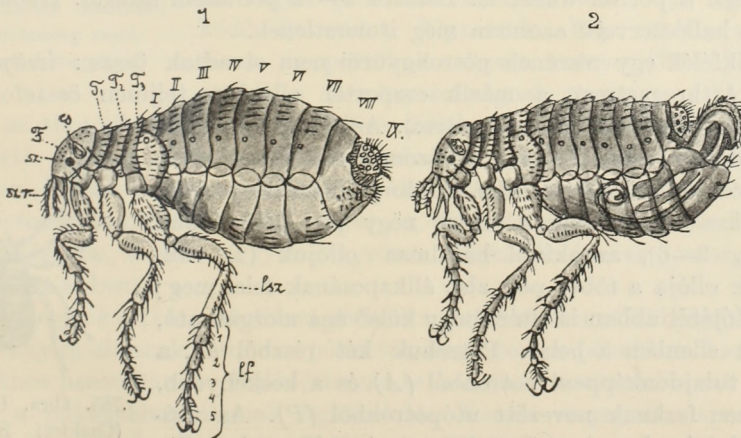
781. ábra. Fejtetű (*Pediculus capitis* ♀). Piaget rajza.

A **légcsövesek** legutolsó osztálya a **pókféléket** foglalja magában. A pókfélék leg-



782. ábra. *Cheilosia chrysocoma* nevű légy fejlődése. Weyenbergh rajza. A kifejlett lárvá, B báb, C nimfa, kiszabadítva a bábüvelyből, D kifejlett, ivarérett alak (imago).

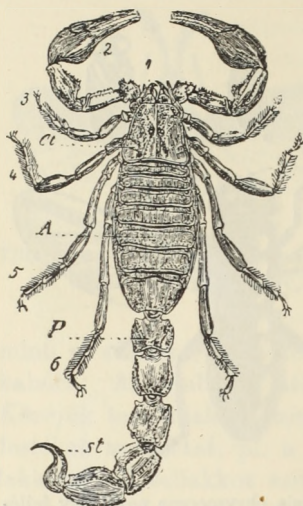
főbb jellemvonásait a következőkben foglalhatjuk össze. Testük két részre tagolódik, fejtorra és potrohra (784. ábra). A tor gyűrűi rendszeren összeolvadtak, a három utolsó ritkábban még különvált. A potroh gyűrűinek száma 6 és 13



783. ábra. Házi bolha (*Pulex irritans*). Kohaut rajza. 1 nőstény, 2 hím; F fej, sz szem, cs csáp, szr szájrészek, T₁ előtor, T₂ középtor, T₃ utótor, I—IX a potroh kilenc gyűrűje, c comb, lsz lábszár, lf a lábfej öt íze.

között váltakozik, sok esetben azonban oly szorosan összeolvadtak, hogy számukat egyáltalán nem lehet megállapítani. A fejtör, mint a végtagok száma

bizonyítja, legalább hat szelvényből olvadt össze. A hat pár végtag közül négy pár szolgál járásra s a négy pár láb épp oly jellemző a pókfélékre, mint a három pár a rovarokra. Két pár végtag szájszervvé alakult át, az elülső párt felső állkapocsnak, a hát-sót alsó állkapocsnak nevezzük, meg kell azonban jegyeznünk, hogy szerkezetük lényegesen eltér a rovarok hasonló nevű szerveinek szerkezetétől. Az alsó állkapoccsal gyakran méregmirigy függ össze.



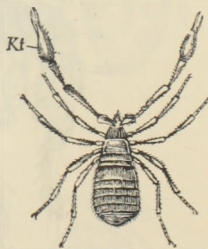
784. ábra. *Androctonus australis*. Blanchard rajza. *Ct* fejtor, *A* potroh, *P* utópotroh, *st* ful-lánk, *I* állkapcsi tapogató, (felső állkapocs), *2* ollós végtag (alsó állkapocs), *3—6* járólábak.

Légzőszerveikül légsőkopolyuk — ezeket már ismerjük — vagy úgynevezett tracheatüdők szolgálnak. A tracheatüdők a váz alatt fekvő gömbölyded, a könyv lapjai módjára egymás mellé sorakozó lemezekből álló testek. A lemez belsejében üreg van s ennek falán át folyik a lélekzés folyamata. A lemezek üregei közös üregbe vezetnek, mely a légsőnyílással nyílik a szabadba. A légsőnyílások a potrohon, ritkábban a fejtoron vannak elhelyezve, számuk négy pár, ritkábban kettő, vagy éppen csak egy pár.

Bélcsövük szerkezetére nézve jellemző, hogy a gyomorból 3—5 vakbélszerű kitüremlés indul ki, melyek a lábakba is behatolnak. Idegrendszerük a garat feletti dúcból és a bélcső alatt fekvő idegdúc-

esomóból áll, mely a fejtor összes dúcait magában foglalja, de benne egyesülnek rendesen a potroh dúcai is. Látásra 2—12 pontszem szolgál. Hallásuk is jól fejlett, hallószerveik azonban még ismeretlenek.

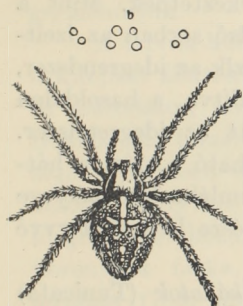
A pókfélék egy részének potrohgyűrűi nem olvadtak össze: *ízeltpotrohú pókfélék* (Arthrogastres), a másik csoportéi ellenben teljesen összeforrtak: *összeforrtpotrohú pókok* (Sphaerogastres). Az előbbi csoportba tartozó pókok némelyikén még a három utolsó torgyűrű se olvadt össze: *Galeodes araneoides*. A *skorpiók* külsőleg a tízlábú rákokra emlékeztetnek, mert négy pár járó lábuk (784. rajz, 3—6), azonkívül hatalmas ollójuk (2) van. A skorpiók ollója a többi pók alsó állkapcsának felel meg; a rákok ollójától abban is eltér, hogy külső ága mozgatható, a rákokén ellenben a belső. Potrohuk két részből áll, a szélesebb, tulajdonképpen potrohból (*A*) és a keskenyebb, közönségesen farknak nevezett utópotrohból (*P*). Az utópotroh utolsó íze horogszerű tüskében végződik (*st*), melylyel méregmirigy függ össze. Nagyobb, csak a forró égöv alatt előforduló skorpiók szúrása még az emberre is halálos lehet. *Androctonus australis* (784. ábra), *Euscorpius banaticus*, *Buthus occitanus*. Az *álskorpiók* alsó állkapcsa szintén ollóvá alakult át. Utópotrohuk és méregmirigyük nincsen. *Chelifer cancroides*, *Ch. Bravaisi* (785. ábra),



785. ábra. *Garypus* (*Chelifer*) *Bravaisi*. Cuvier rajza. *Kt* Olló (alsó állkapocs).

könyvskorpió. Az ízeltpotrohú pókok sorába tartoznak még a *kaszáspókok* (Phalangioidea), melyeket rendkívül hosszú lábaik jellemeznek. Az igazi pókoktól főképpen abban térnek el, hogy légesövekkel és nem tüdőtracheákkal lélegeznek. *Phalangium opilio*, kaszáspók.

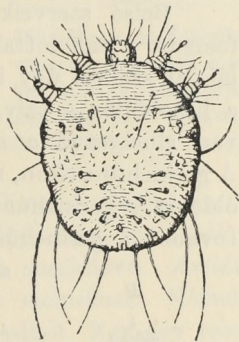
Az összeforrtpotrohú pókok között a legfontosabb a *szövőpókok* (Aranea) rendje. Potrohuk alsó oldalán vannak elhelyezve szövőszemölcsaik, melyek alkalmasint nem egyebek, mint a potroh végtagjainak átalakult maradványai. A szövőszemölcs felületét rendkívül vékony csövek furdalják át. Alján foglal helyet a szövőmirigy, mely a levegőt gyorsan megszilárduló váladékot szolgáltat. A pókháló fonala több szálból van összefonva, fonásra a végtagok szolgálnak. A fonalakat a különböző pókok különböző célra használják fel: némely faj ezzel béleli ki fészket, mások petéiket burkolják beléjük, ismét mások zsákmányuk megszerzésére szolgáló hálót szőnek belőlük. *Mygale avicularia*, a leg-hatalmasabb természetű pók, mely oly erős, hogy apróbb



786. ábra. Keresztes pók (*Epeira diadema*).
Taschenberg rajza.
b szemei nagyítva.

madarakat és emlősöket, pl. egereket is meg tud ölni, *Oteniza cementaria*, csapóajtóval ellátott csőalakú fészket épít, *Lycosa tarantula*, harapása rendkívül fájdalmas, *Tegenaria domestica*, *Trochosa singoriensis* cselőpók, a mi legnagyobb pókunk, *Epeira diadema* keresztes pók (786. ábra).

Az *atkák* (Acarida) élősködő állatok, melyek vagy egész életükön át, vagy legalább lárvakorban élősködő életmódot folytatnak. Fejtoruk és potrohuk teljesen összeolvadt, a szelvényezettségnek nyo-



787. ábra. Rühátka (*Sarcoptes scabiei*; nőstény). Leuckart rajza.

mait se tüntetik fel. Négy pár járó lábuk van. A *víziatkák* (Hydrachnida) kifejllett korban szabadon élnek. *Hydrachna globosa*, piros víziatka. *Ixodes ricinus*, kullancs, *Argas reflexus*, tyúkpoloska, házi szárnyasokon élősködik, *Sarcoptes scabiei*, rühátka (787. ábra), a rühösség okozója, *Demodex folliculorum*, bőratka, a bőr faggyumirigyeiben élősködik (jó magyarsággal ú. n. »mitesser«-ekben).

A *féregpókok* (Linguatulidae), melyek szintén kivétel nélkül élősködő állatok, már annyira eltérnek a tipusos pókoktól, hogy nem is pókokhoz, hanem inkább férgekhez hasonlítanak. Fejlődésük és bonctani szerkezetük azt bizonyítja, hogy a pókfélékhez állanak legközelebb. Testük megnyúlt, lapos, harántul rovátkolt, a galandféregkére emlékeztet. Fiatal korban növényevő állatok májában és tüdejében, kifejllett állapotban pedig ragadozók homlokesontüregében élnek. *Pentastomum taenoides*.

VII. törzs. Gerinchúros állatok (Chordata).

A gerinchúros állatok szervezete több tekintetben a gerincesek szervezétéhez hasonlít, úgyannyira, hogy a köztük lévő eltérések dacára is kétségtelennek kell tartanunk, hogy az összes állatok közt a gerinchúrosok állanak legközelebb a gerincesekhez.

Legelső sorban is azt kell kiemelnünk, hogy testükben vagy egész életükön át, vagy legalább fejlődésük kezdő szakában a gerincesek gerincoszlopának megfelelő szilárd tengelyt találunk: a gerinchúrt (chorda dorsalis), mely az izmok számára épp oly támasztékul szolgál, mint a gerincoszlop. A gerinchúr sejtekből álló pálcaalakú szerv, mely a test hátoldalán helyezkedik el. A gerinchúr fontossága legott világossá válik előttünk, ha meggondoljuk, hogy a gerinceseknek fejlődésük korai szakában szintén gerinchúrjuk van s helyét csak később foglalja el a porcos vagy csontos gerincoszlop.

Belső szerveik elrendezésében is a gerincesekre emlékeztetnek. Mint a fennebb elmondottakból tudjuk, a gerinctelenek, és pedig első sorban az ízeltlábúak szervei úgy helyezkednek el, hogy a hasoldalon fekszik az idegrendszer, a hátoldalon a szív, a gerinceseken ellenben éppen megfordítva, a hasoldalon van elhelyezve a szív, a hátoldalon, a gerincoszlop felett az idegrendszer. A gerinchúrosokon, mint a gerinceseken, a hasoldalon található a szív, a hátoldalon, a gerinchúr felett az idegrendszer. A gerincesekre emlékeztető bélyege továbbá a gerinchúrosoknak az is, hogy bélsővük kezdő része lélekző szervvé alakult át.

A gerinchúrosok két osztálya, a *zsákállatok* (Tunicata) és a *csőszívűek* (Leptocardia) egyébként igen lényegesen eltérnek egymástól.

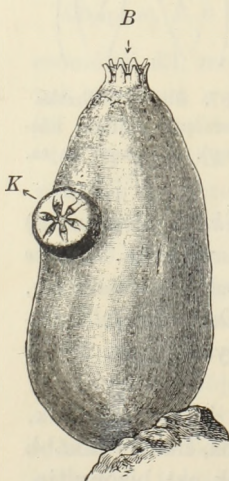
A *zsákállatok* legjellemzőbb bélyegét testük külső burkolata (tunica) szolgáltatja. E burkot a felhám választja ki és kocsonya- vagy porcszerű állomány alkotja. Jellemző, hogy vegyi szerkezetében teljesen megegyezik a növények sejtfalának állományával, a cellulózával.

A bélső eleje, mint említettük, kopolytúvá alakult át, mely kivételesen egyenesen a szabadba vezet, rendes körülmények között azonban egy a test kopolytútájékát körülvevő üregbe, a külső kopolytú- vagy peribranchialis üregbe nyílik, mely a bőr betüremlése által keletkezik. Ebbe az üregbe nyílik a végbél és az ivarszervek vezetéke is. Ivarszerveik hímnősek vagy váltivarúak.

Az Appendiculariák kis csoportjáról nem szólva, e helyen csak az Ascidiákról és Salpákról emlékezünk meg.

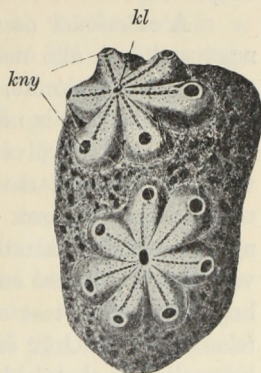
Az *Ascidiák* a Pyrosomák kivételével helyhez kötött állatok, melyek a part szikláin, cölöpökön, a tenger fenekén telepsznek meg. Testük, mint 788. ábránk is feltünteti,

788. ábra. *Ascidia mentula*. Herdman rajza. *B* bevezető járat, *K* kivezető járat.



zacskóalakú. A test felületén semmiféle feltünőbb szervet se látunk két nyíláson kívül. Egyik nyílás a zacskó végét foglalja el (*B*), a másik oldalt fekszik (*K*).

Az előbbi bevezető járatnak nevezzük. Ezen át jut be a víz és a benne lévő táplálék. Peremétől valamivel beljebb találjuk a szájníylást, mely mögött mindjárt a bélcső kopoltyúvá alakult része, a kopoltyúbél következik. A kopoltyúbél fala rostaszerűen át van lyukgatva, a víz e lyukakon át a külső kopoltyúüregbe s onnan egy nyíláson át — azért kivezető nyílásnak nevezzük — a szabadba jut. A kopoltyúüreg oly terjedelmes, hogy a zacskó nagyobb részét az foglalja el. A többi szerv, gyomor, szív, nemi szervek, a zacskó fenekén vannak összegyömöszölve. A gyomor és a bél a zacskó alján hurokszerűen visszacsavarodott s azért a bélcső végső része a szájníylás irányában folytatódik, de jóval mögötte a kopoltyúüregben végződik. A kifejlett aszcidiáknak nincs gerinchúrjuk.



789. ábra. A *Botryllus violaceus* telepének részlete. Milne-Edwards rajza. *kny* [bevezető járatok, *kl* közös kivezető nyílás.

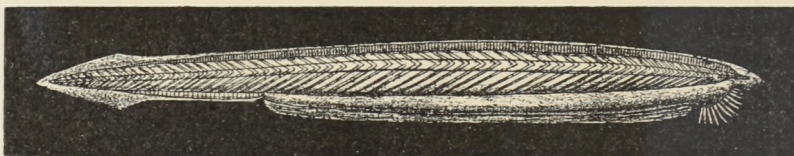
A lárvák különösen két fontos bélyegben térnek el a kifejlett állatoktól, először, hogy szabadon mozognak és másodszor, hogy gerinchúrjuk is van. Testük két részből áll, törzsből és farkból, mely utóbbinak segítségével ügyesen úsznak. A fark tengelyét a gerinchúr alkotja, mely kis darabon a törzs hátulsó részébe is behatol, a bélcső és az idegrendszer közé. A lárva később megtelepedik, farka úgy, mint pl. a békaporontyok farka, fokozatosan visszafejlődik s átalakul aszcidiává. *Ascidia mentula* (788. ábra), *A. (Cione) intestinalis*, *Phallusia mamillata*. Némely aszcidia nem magánosan él, hanem gumószerű telepeket alkot. Egy-egy telep egyénei kisebb csoportokba egyesülnek, melyeknek szorosabb összetartozósága azzal is kitűnik, hogy közös kivezető nyílásuk van (789. ábra, *kl*). Az egyes egyének a kivezető nyílás körül rozettaszerűen csoportosulnak. *Botryllus violaceus* (789. ábra).

A szalpák teste mindkét végén nyitott hordóhoz hasonlít. Falát kívülről a cellulózeburok, belülről pedig a bőrizomtömlő alkotja. Az izmok mind körkörös irányban haladnak és 6—8 abroncsszerű gyűrűben vannak egyesítve. A test két végén levő nyílás közül egyik a bevezető, a másik a kivezető nyílás. A hordó ürege az aszcidiák kopoltyúbélének és kopoltyúüregének felel meg. Az állat egyéb szervei ez üreg egyik zugában a kivezető nyílás közelében vannak elhelyezve.

A szalpák szabadon élő állatok és pedig a tenger nyílt tükri faunájának tagjai. Testük, mint majdnem minden nyílt tengeri állaté, rendkívül áttetsző. Magánosan élnek vagy láncalakú telepeket alkotnak. Minden szalpa-fajnak van magános és telepben élő alakja, s azok annyira elütnek egymástól, hogy régebben külön fajoknak tartották őket. A magánosan élő szalpának nincsenek ivarszervei, hanem helyettük a test végéből egy nyúlvány (bimbónyel, stolo prolifer) nyúlik ki, melyből fokozatos oszlással több szalpa sarjadzik ki, azonban nem válnak el, hanem együtt maradnak s telepet alkotnak. A telepes szalpák petéiből ismét magános szalpák fejlődnek. A fejlődés eme módja, mint

tudjuk, ivadékváltakozás néven ismeretes. A telepes szalpákat kettős fajnévvel szoktuk nevezni, az első név a magános, a második név a telepes szalpát jelzi. *Salpa democratica-mucronata*, *S. africana-maxima*, *Doliolum denticulatum*.

A csőszívűek osztályát a sokat emlegetett *Amphioxus* és két másik, hozzá nagyon közel álló nem (*Asymetron* és *Heteropleuron*) alkotja. Testük alakja a halakéhoz hasonlít, oldalt lapított, két végén kihegyesedett (790. ábra), azért lándzsahalaknak is nevezik őket. A test elülső végén találjuk a tojásdad alakú, tapogatókkal körülvett szájnyílást, a másik vége közelében, a hasoldalon, a végbélnyílást. A farkvéget keskeny bőrredő, a farkúszó szegi be. A bélcső kezdő részét kopolytűrések törlik át, melyek fiatal korban egyenesen a szabadba nyílnak, később azonban, úgy mint az aszcidiáknál is láttuk, egy külső burok veszi körül a bélcső eme részét, mely a külső kopolytűüreget zárja körül. A külső kopolytűüreg a test második harmadában a hasoldalon nyílik. A bélcső fölött fekszik a gerinchúr végig nyúlik a test egész hosszán. A gerinchúr fölött helyezkedik el az idegrendszer, egy hengeres, két végén zárt cső; közepét a velőcsatorna foglalja el. Érendszerüket egy háti és egy hasi, harántágakkal



790. ábra. Lándzsahal (*Amphioxus lanceolatus*). Joubin rajza.

összekötött ér alkotja. Külön szívük nincsen; a szív szerepét maguk a vérerek látják el, amennyiben egyes részeik szív módjára lüktetnek, azért nevezzük ez állatokat csőszívűeknek. Az ivarmirigyek a kopolytűüreg falán fekszenek, az ivartermékek a kopolytűüreg nyílásán át jutnak ki.

A csőszívűek fejlődésük némely jelenségénél, idegrendszerük csőves szerkezeténél és alakjánál, továbbá szerveik elhelyezkedésénél fogva nagyon hasonlítanak a halakhoz, azért sokan a gerincesek közé osztják be őket, ezeket tartván a legalsóbbrendű gerinces állatoknak.

A csőszívűek a tengerek sekélyvizű, homokos partjain a homokba furódva élnek. *Amphioxus lanceolatus* (790. ábra), *Asymetron lucayanum*, *Heteropleuron cultellum*.

VIII. törzs. Gerincesek (Vertebrata).

A gerincesek némelyikének a rovarok chitinvázára emlékeztető külső váza is van ugyan, a halakon pl. a pikkelyek, a teknősökön, krokodílokon és némely emlősállaton pedig egyes csontlemezek alkotnak külső vázat, ez a váz azonban inkább a test védelmére, mint lágy részeinek támasztására szolgál. A test támasztásának feladatát a porcból vagy csontból álló belső váz teljesíti. A belső váz a gerincesek legjellemzőbb szervrendszere, mely élesen elválasztja őket a többi állatoktól, a gerinctelenektől.

A váz alapja, egyszersmind legősibb, legkorábban fellépő része a gerinchúr. A fejlődés kezdetén minden gerincesnek gerinchúrja van, mely szerkezetében teljesen megegyezik a gerinchúros állatok hasonló nevű szervével. A gerinchúr külső burkát utóbb porc, majd csontszövet szorítja ki s ily módon a gerinchúr helyét fokozatosan a porcos, majd csontból álló gerincoszlop foglalja el. A porcos váz a magasabb rendű gerinceseken csak ideiglenes szerv, helyét utóbb a csontváz foglalja el, a legalsóbb rendű gerinceseken azonban egész életen át megmarad. A gerinchúr, mint tudjuk, pálcalakú szerv; rajta nyomait se lehet látni annak, mintha ízektől állana, a helyét elfoglaló csontos gerincoszlop ellenben egymás mögött elhelyezett és szorosan egymáshoz fűzött szelvényekből, a csigolyákból áll. A csigolya a legegyszerűbb esetben, pl. a halaknál, a következő részekből áll: először egy korongalakú részből, a csigolya testéből; a csigolyatestből a hátoldal felé két ág nyúlik ki, a felső ívszárak, melyek fenn egyesülnek s egy hegyes nyujtványban, a felső tövisnyujtványban folytatódnak. A felső ívszárak a gerincsatornát zárják be, melyben a gerincvelő foglal helyet. A hasoldal felé szintén két nyujtványt bocsát ki, az alsó ívszárakat, ezek azonban csak a test hátulso részében egyesülnek egymással és zárnak be csatornát (ebben a fark véredényei futnak végig), a test elülső részében ellenben széthajolnak egymástól, és hozzájuk kapcsolódó csontokkal, a bordákkal együtt a testüreget zárják körül, melyben a bélcsatorna, ivarszervek, kiválasztószervek stb. foglalnak helyet. Ennek alapján a csigolyákat törzs- és farkcsigolyákra osztjuk. A magasabb rendű állatok gerincoszlopának egyes részei pontosabban elkülönültek egymástól azért a törzs csigolyáit nyak-, mell-, lágyék- és kereszt-csigolyákra lehet osztani. Ezeknek a csigolyáik is tökéletesebb, bonyolultabb alkotásúak. Az alsó ívszárak nem fejlődnek ki s ilyenkor a bordák rögzítésére a csigolyák harántnyujtványai szolgálnak; továbbá a csigolyák elülső és hátsó végén azok szorosabb összefűzése céljából egy-egy pár nyujtvány keletkezik, melyek az előtte, illetőleg mögötte fekvő csigolya nyujtványaihoz vannak erősítve. A bordák a halaknál a hasoldalon szabadon végződnek a törzs izmai között, a csúszómászók, madarak és emlősök bordái azonban a hasoldalon egy csont, a mellcsont közvetítésével összefüggenek egymással. A csigolyák fejlődése során legelőször a felső ívszárak lépnek fel és csak később alakul ki a csigolya teste. A csigolyatest magának a gerinchúrnak a helyét foglalja el és mivel a csontosodás a gerinchúr kerülete mentén kezdődik, gyakran előfordul az az eset is, hogy a csigolyák körvonalai már kialakultak, de középpontjukban megvan még a gerinchúr is.

A koponyát szintén nem tarthatjuk egyébnek, mint a gerincoszlop módosult részének, ha nem is fogadjuk el a régi természettudósok ama feltevését, hogy négy csigolya összeolvadásából jött létre. A koponya váza egyébként oly bonyolult összetételű, hogy e helyen nem is foglalkozhatunk vele részletesebben, csak azt jegyezzük meg, hogy két részre osztjuk, agykoponyára és arckoponyára; az előbbi rész az agyvelő befogadására és egyes érzékszervek elhelyezésére szolgál, az utóbbi a táplálkozás szerveinek szolgálatában áll. A két rész oly viszonyban van egymással, hogy amint az állat agyveleje és azzal együtt szellemi tehetségei növekednek, az agykoponya is nagyobbra nő az arckoponya rovására.

A koponya lényeges része a zsigerváz, melyhez az arkoponya csontjai, továbbá több (5—7 pár) íves, felül a koponyához, alul egymáshoz erősített vázrész van, t. i. a kopolyúívek, melyek csak a halakon vannak meg, a legelső ív pedig a nyelv rögzítésére való szak- vagy nyelvcsont.

A test függelékei a végtagok, a helyzetváltoztatás szervei, melyeknek megerősítésére szintén porcos vagy csontos váz szolgál. A végtagoknak két fajtáját különböztetjük meg, úgymint páratlan és páros végtagokat. A páratlan végtagok a test középvonalában foglalnak helyet és csak vízben élő állatokon fordulnak elő, mint a halakon és a kétéltűeken, ez utóbbiakon azonban inkább csak lárvakorban. A páratlan végtag a testről kiemelkedő bőrrdő vagy taraj alakjában jelenik meg, mely a háton a fej mögött kezdődik és beszegi a farkat, a hasoldalon pedig a végbélnyílás mögött végződik. Ebből az egységes bőrrdőből azonban rendszeren csak három rész marad meg. Mindenki ismeri a halak három páratlan úszóját, a felső és alsó sörényúszót és kormányúszót (793. ábra, *fsu*, *asu*, *ku*). Megerősítésükre, kifeszítésükre rendszeren porcos vagy csontos sugarak szolgálnak.

Páros végtagja a gerincesnek két pár van, elülső és hátsó végtag-pár. A legelsőbb rendű gerinceseknek, a kerekcsőrűeknek azonban még csak páratlan végtagjaik vannak; a szoros értelemben vett halaknak azonban már páros végtagjaik is vannak, melyek külsőleg teljesen megegyeznek a páratlan végtagokkal, azért ezeket is úszóknak nevezzük, és pedig az elülső párt mellúszónak (793. ábra, *mu*), a hátsó párt hasúszónak (*hu*). A páros végtagok szerkezete sokkal tökéletesebbé válik azon állatokon, amelyek a szárazföldön való életmódhoz alkalmazkodtak és amelyeknél a helyzetváltoztatásra egyedül ezek szolgálnak. A végtagok ilyenkor a gerincoszlopra, a test tengelyére támaszkodnak és vele a függesztő készülék csontjainak közvetítésével függenek össze. A mellső végtag függesztő készüléke a vállöv, a hátsó végtagé a medenceöv, melyek mindegyike több alkotórészből áll. A vállövet a lapockacsont, a kulcsont és a hollóorrcsont alkotja; a lapockát izmok kapcsolják a gerincoszlophoz, az utóbbi kettő pedig a mellcsontoz erősíti a végtagot. A lapockacsont mindig megvan, ellenben a kulcsont és a hollóorrcsont néha visszafejlődik. A medenceöv csontjai mindig jól fejlettek, ezek a keresztcsigolyákhoz erősítik a hátsó végtagokat. A halak elülső végtagjainak szintén van függesztő készüléke, mely a mellúszókat a fejtárhoz erősíti, a hátsó végtag függesztő készüléke azonban rendkívül fejletlen, azért a hátsó végtagok helye nincs pontosan megszabva, egyszer egészen hátul van, máskor a mellúszók közelében, néha meg éppen azok elé kerül (794. ábra).

A magasabb rendű gerincesek végtagjait ötujjú végtagnak nevezzük a halak úszóival szemben és a következő részekből állanak: 1. egy páratlan csontból, mely a végtagot a függesztő készülékhez erősíti, az elülső végtagon felkarnak, a hátsón felszárnak nevezzük; 2. utána következik az alkar, illetőleg alszár, melyet az előbbi résztől a könyök-, illetőleg a térdízület választ el; két csont (elül az orsó- és singsont, hátul a sípcsont és szárkapocs) alkotja; 3. kéztő-, illetőleg lábtőből, mely két sorban álló apró csontokból áll; 4. az öt kézközép-, illetőleg lábközépcsontból, és 5. az öt ujjból.

Az izomzat szerkezetét a csontvázrendszer szabja meg s a fej, a törzs és a végtagok izomzatára osztjuk. A vízben élő állatokon a törzs izomzata fejlett a legjobban, mellette a többi részek izmai valósággal eltörpülnek, a szárazföldön élőknél ellenben a végtagok izomzata is hatalmasan kifejlődik, ami a helyzetváltoztatás módjának természetes folyománya.

Az idegrendszeren központi és környéki részt különböztetünk meg. A központi rész ismét két részből áll, agyvelőből és gerincvelőből. A gerincvelő belsejében egy nedvvel telt szűk csatorna, a velőcsatorna fut végig, mely az agyban több tágasabb üreggé tágul ki. A központi részből veszik eredetüket a testet behálózó idegek és együttvéve az idegrendszer környéki részét alkotják. Az agyból 12 idegpár ered, melyek a fejet, a fejen elhelyezett érzékszerveket (szemet, fület stb.) és a törzs elülső részét látják el idegekkel. A gerincvelőből is ágaznak ki idegek, és pedig annyi pár, ahány csigolyája van az illető állatnak. Az idegek a csigolyák közt lévő részen hatolnak keresztül s a törzset és a végtagokat idegzik be.

A gerincesek érzékszervei a legtökéletesebb szerkezetűek az összes állatok érzékszervei között. Mint ismeretes, általában öt érzéket különböztetünk meg: látást, hallást, szaglást, ízlelést és tapintást. A látás szerve a szem, a hallásé a fül, a szaglás szervei az orrban, az ízlelése a nyelvben, a tapintásé a bőrben vannak elhelyezve. A tapintás ingerének felfogására a bőr felületén, a felhám alatt elhelyezett tapintó szemölcsök szolgálnak. E szemölcsök azonban nem egyenletesen vannak elosztva a test felületén, hanem egyes helyeken több, másokon kevesebb van. Az érzékenység a szemölcsök számának gyarapodtával növekedik. Az embernél a legtöbb van a nyelven és az ujjak hegyén.

A bélcső a szájjüreggel kezdődik, mely a garatban (pharynx), ez pedig a nyelőcsőben (oesophagus, bázsing) folytatódik; a nyelőcső a gyomorba, az egész bélcső legtágasabb részébe vezet; a gyomor után a vékonybél, a bélcső legfontosabb része következik, mert a tulajdonképpeni emésztés és a megemésztett táplálék felszívása benne folyik le; a vékonybéltre a vastagbél következik. A vastagbél és vékonybél határán zacskószerűen kitüremlett bélrészt találunk, melyet vakbélnek nevezünk. Hosszúsága a táplálék természete szerint változik, a növényevőknek általában hosszabb, a húsevőknek rövidebb vakbélük van. A bélcső végső részébe nyílnak a legtöbb gerincesnél a kiválasztó- és ivarszervek vezetékei is, ez esetben kloakának hívjuk.

A bélcsőnek több olyan mellékszerve van, melyek a táplálkozás szolgáltatásában állanak. Ilyen szerv a fogazat, továbbá több mirigy, melyek emésztő nedveket választanak el, mint a savanyú nedvet elválasztó gyomornedvmirigyek, továbbá a máj, az epe kiválasztó szerv; vezetéke, az epejárat, a vékonybél kezdő részébe nyílik, mindjárt a gyomor mögött; ugyancsak itt nyílik egy kisebb, de az emésztésben a májnál sokkal fontosabb mirigy, a hasnyálmirigy (pancreas) vezetéke is. Gyakran a szájjüregben is vannak emésztő nedveket szolgáltató mirigyek, ezek a nyálmirigyek.

Lélekzőszerveikül a kopoltyúk vagy a tüdők szolgálnak, aszerint, amint az állat a vízben levő levegőből, vagy közvetlenül a körlegréből veszi fel az oxigént. Mind a tüdő, mind a kopoltyúk a bélcsőnek, pontosabban a nyelőcsőnek

a származékai. A nyelőcső halakon kopolytúbéllé alakul át oly módon, hogy oldalán több kopolytúnyílás keletkezik. A kopolytúnyílások közt fekszenek a kopolytúívek, rájuk vannak erősítve a kopolytúk, véredényekkel gazdagon átszótt lemezek, a lélekzés folyamatának székhelyei.

A tüdő a nyelőcső kezdőrésznének kitüremléséből keletkezik. A legegyszerűbb esetben (kétéltűek) vérrel gazdagon ellátott zacskó, rendesen azonban szivacsos szerkezetű szerv. Vezetéke a légcső (trachea) alább két ágra, a két hörgőre (bronchus) oszlik, melyek a tüdő jobb és bal szárnyába vezetnek. A hörgők a tüdőben faszzerűen elágaznak vékonyabb és vékonyabb ágakra. A halaknak a tüdővel azonos eredetű, homológ szerve, az úszóhólyag, egészen más szerepet visz mint a tüdő.

A véredényrendszer szerkezete a lélekzés módjától, illetőleg a lélekzőszervek szerkezetétől függ. Általában véve két részből áll. Az egyik rész összegyűjti a vért a testből és a lélekzőszervekhez szállítja (vénás vagy gyűjtő edényrendszer); a vér a lélekzőszervekben megtisztul, szénsava kicserélődik oxigénnel s onnan az érrendszer másik részén át ismét szétáramlik a testben (artériás vagy osztó érrendszer). Az artériás érrendszer nagyobb erekkel kezdődik, melyek utóbb mind több és több vékonyabb érre oszlanak, míg végre rendkívül vékony, szabad szemmel nem is látható ágakba, a hajszálerekbe mennek át. A hajszálerek látják el közvetlenül a szöveteket vérrel. Az artériás hajszálérrendszer a vénás hajszálérrendszerben folytatódik, mely összegyűjti a vénás vért és fokozatosan nagyobb erekké egyesülnek, melyek a vénás vért a lélekzőszervekhez szállítják. A vérerek a lélekzőszervekben ismét hajszálerekre bomlanak s miután a vér megtisztult bennük, nagyobb erekké, az artériás rendszer fővéréreivé lesznek. Az érrendszer egyik pontján, de mindig a hasoldalon van beiktatva a szív, egy rendkívül izmos falú zacskó, melynek az a feladata, hogy a vért állandóan keringésben tartsa. Legegyszerűbb esetben két részből áll, pitvarból és kamrából; az előbbi a testből, illetőleg a lélekzőszervekből jövő vér befogadására, a kamra pedig annak továbbhajtására szolgál. Az érrendszer és a szív szerkezete egyébként roppantul változik a gerincesek egyes osztályai szerint, azért a maga helyén még visszatérünk rá.

A gerincesek kiválasztó- és ivarszervei a legszorosabban összefüggenek egymással, azért rendesen húgy-ivarszervek néven szokták őket nevezni. A kiválasztószerv a vese, lazább vagy tömöttebb összetételű páros mirigy, mely a gerincoszlop két oldalán van elhelyezve. Vezetékük, a húgyvezeték, vagy a végbélbe vezet, vagy külön nyílással nyílik a szabadba. Az ivarmirigyek, a hím heréi és a nőstény petefészkei, a vese mellett fekszenek. Külön vezetékek eredetileg nincsen, hanem termékeik, a hímsirasejtek és a peték, vagy a vese elülső, e célra módosult és a kiválasztásban már részt nem vevő részén és a húgyvezetékeken keresztül jutnak ki, vagy pedig külön vezetéken át (ondó- és petevezeték), melyekről azonban ki lehet mutatni, hogy a fejlődés korábbi szakaszában a veséknek voltak vezetékei.

A gerincesek kivétel nélkül ivaros úton és pedig megtermékenyített petékből fejlődnek. Az embrió vagy az anya testén kívül, vagy az anya testében, a petevezetékek kitágult részében, az anyaméhben fejlődik ki. A gerincesek embriói

egy részénél a fejlődés kezdetén egy burok lép fel, az amnion, mely az egész embriót beburkolja. Ez a szerv rendszertani szempontból is igen fontos, mert ez csak a magasabb rendűek (csúszómászók, madarak és emlősök) sajátja, azért ezeket Amniota néven külön altörzsbe foglaljuk, szemben az alsóbb rendűekkel (halak és kételtűek), melyeket Anamnia néven különböztetünk meg tőlük.

A gerinceseket a következő hat osztályra osztjuk: 1. *kerekszájúak* (Cyclostomata), 2. *halak* (Pisces), 3. *kételtűek* (Amphibia), 4. *csúszómászók* (Reptilia), 5. *madarak* (Aves) és 6. *emlősök* (Mammalia).

1. altörzs. Amnionnélküliek (Anamnia).

A *kerekszájúak* halalakú állatok s különösen az angolnafélékhez hasonlítanak, eltérnek azonban a halaktól a többi közt abban, hogy páros úszóik nincsenek, a gerincoszlopot a gerinchúr képviseli, néha azonban megjelennek a felső ívszáraknak megfelelő porclemezek is; agyuk porcos tokba van zárva; testüket nem fedik pikkelyek; szájuk kerek, melynek segítségével piócák módjára erősítik magukat más halak bőrére. *Petromyzon fluviatilis*, folyókban él, ellenben a majdnem 1 m hosszú *P. marinus* és a *Myxine glutinosa* a tenger lakója.

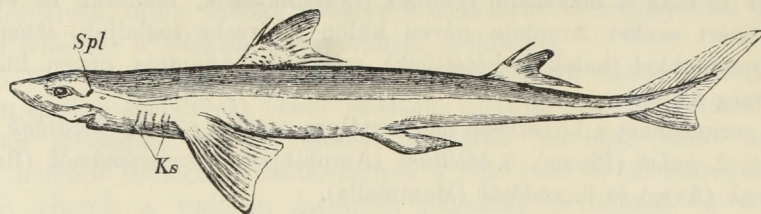
A *halak* neve alatt azokat az állatokat foglaljuk össze, melyeknek lélekző- és mozgásszervei a vízben való életmódhoz alkalmazkodtak s amelyeknek porcos vagy csontos vázuk van.

Lélekzőszerveikül a kopolytúik szolgálnak. A kopolytúrések vagy közvetlenül nyílnak a szabadba (65. ábra), vagy pedig egy szilárd bőrredő, a kopolytúfedő takarja őket. Mozgásszerveik az úszók. Testüket rendszeren pikkelyek vagy a pikkelyek összeolvadásából keletkezett csontos lemezek fedik. A pikkelyek némely esetben elcsenevésztek, a bőr ilyenkor csupasz (harcsa). Az alsóbb rendű halak váza porcból, a magasabb rendűeké csontból áll. Szívüket egy pitvar és egy kamra alkotja. A vér két főgyűjtőeren keresztül a pitvarba jut, onnan a kamrába, mely a kopolytújukba hajtja; a kopolytújukban megtisztult vér az aortába jut, ennek elágazásai viszik szét a testbe. A halak szíve tehát csak vénás vért tartalmaz, eltérően a többi gerincestől, melynek szíve mind artériás, mind vénás vért tartalmaz.

A halaknak négy rendjét különböztetjük meg. Ezek: 1. *őshalak* vagy *harántszájú halak* (Selachii, Plagiostoma), 2. *zománcpikkelyű halak* (Ganoidei), 3. *csontos halak* (Teleostei), 4. *tüdős halak* (Dipnoi).

A *harántszájú halak* hengeres vagy a hát-hasi irányban lapított testű állatok. Koponyájuk elülső része megnyúlt és az ormányt alkotja (791. ábra). A szájnylás haránt fekszik, a hasoldal felé tolódott. Farkúszójuk felemás (heterocerk) fark, mely egy nagyobb felső és egy kisebb alsó szárnyból áll. Testüket úgynevezett placoidpikkelyek fedik, rhombus-alakú testek, melyeknek közepéből fogalakú nyujtvány áll ki, amiért bőrük érdes. Vázuk porcos, kopolytúrési szabaddon nyílnak. E rendbe tartoznak a cápák, melyeknek kisebbjei csak néhány dm nagyságúak, de vannak közöttük 10—20 m nagyságú szörnyetegek is, az emberevő cápák, a tenger eme legfalánkabb, legrettegettebb ragadozói:

Selache maxima, 10 m, *Charcharodon Rondeletii*, 13 m, *Rhinodon typicum*, 15—20 méter hosszú; *Zygaena malleus*, pörölyfejű cápa, *Acanthias vulgaris*, macskacápa

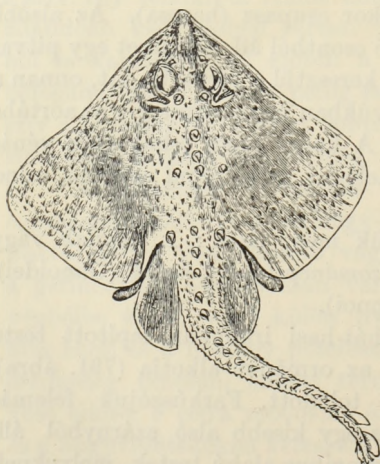


791. ábra. Macskacápa (*Acanthias vulgaris*). *Spl* fecskendőnyílás, *Ks* kopolyűrések.

cápa (791. ábra), 3—5 dm hosszú. A rájafélék teste lapított, mellúszóik oldalt tolódtak, a törzzsel összeolvadtak s annak mintegy folytatását alkotják. *Pristis antiquorum*, fűrészhal, orrmánya erősen megnyúlt, kétoldalt erős fogakkal van megrakva, *Raja clavata*, *R. Murrayi* (792. ábra), *Torpedo marmorata*, elektromos szervei vannak, melyekkel elektromos csapásokat osztogat.

A zománcpikkelyű halak összekötő kapcsolatot alkotnak az őshalak és a csontos halak között, amennyiben egyesítik magukban e két csoport néhány fontos bélyegét. Egy részüknek porcos, más részüknek csontos váza van, a porcos vázúakban még a gerinchúr is megvan. Legnagyobb részüknek a testét ganoin alkotta zománccal bevont pikkelyek fedik. *Acipenser ruthenus*, kecsege (793. ábra), *A. huso*, viza, vázuk porcos; *Polypterus bichir*, *Lepidosteus osseus*, *Amia calva*, vázuk csontos.

A csontoshalak váza csontos, kopolyúikat kopolyúfedők borítják;

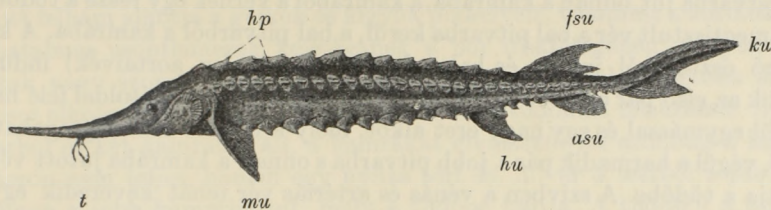


792. ábra. *Raja Murrayi*. Günther rajza.

pikkelyeik vagy kerekdedek, síma felületűek (cycloid-pikkelyek), vagy ú. n. fésűs- (ctenoid) pikkelyek, melyeknek hátsó részét tüskeszerű kiemelkedések borítják; a pikkelyek néha visszafejlődtek. *Cyprinus carpio*, ponty, *Barbus fluviatilis*, márna, *Carassius vulgaris*, kárász, *C. auratus*, aranyhal, *Esox lucius*, csuka, *Trutta salar*, lazac, *T. fario*, pisztráng, *Silurus glanis*, harcsa, *Clupea harengus*, héring, *Anguilla vulgaris*, ángolna, *Gadus morrhua*, tőkehal, *Perca fluviatilis*, sügér, *Serranus cabrilla*, tengeri sügér (794. ábra), *Lucioperca sandra*, fogas v. süllő, *Scomber scombrus*, szkombró, *Thynnus vulgaris*, tinhal, *Hippocampus antiquorum*, csikófejű hal.

A tüdőshalak onnan vették nevüket, hogy nem csak kopolyúkkal, hanem alkalom adtán tüdőikkel is lélegzenek. E halak — mindössze három nem — a forró égvő mocsaraiban és folyóiban élnek. Míg a víz tart, kopolyúkkal lélegzenek,

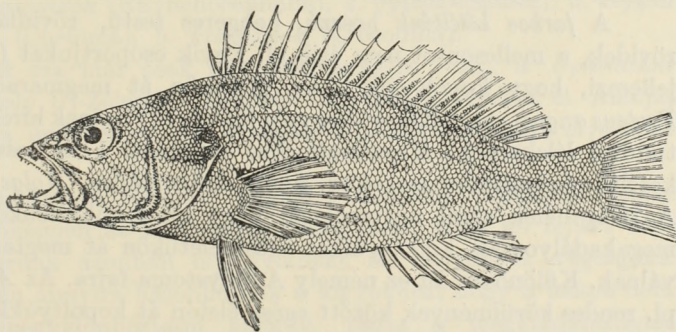
ha azonban a víz egészen vagy legalább annyira beszárad, hogy a benne élő állatok kopoltyúikat már nem tudják használni, úszóhólyagjukkal lélegzenek,



793. ábra. Kecsege (*Acipenser ruthenus*). Cuvier és Valenciennes rajza.
fsu felső sörényúszó, *ku* kormányúszó, *asu* alsó sörényúszó, *hu* hasúszó,
mu mellúszó, *t* tapogatók, *hp* hátpikkelyek.

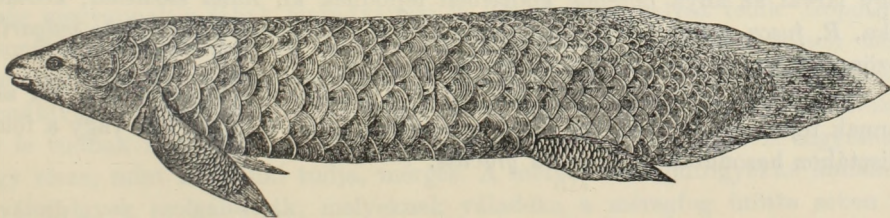
amely, mint szó volt róla, a tüdőekkel egyértékű szerv s amely ilyenkor teljesen azt a feladatot teljesíti, mint a többi gerinces tüdeje. *Ceratodus Forsteri* (795. ábra, Ausztrália), *Lepidosiren paradoxa* (Brazília), *Protopterus annectens* (Afrika).

A kételtűek nagyobb része lárva-korban a halakhoz hasonlít, mivel a halakéhoz hasonló evezőfarkuk van, némelyeknek meg, mint pl. a götéknek, hát- és farkúszója egész életen át megmarad, a halaktól azonban könnyen meg lehet



794. ábra. Tengeri sügér (*Serranus cabrilla*). Günther rajza.

különböztetni azáltal, hogy páros úszóik nincsenek. Az úszókat kifejlett korban ötujjú végtagok helyettesítik. Vázrendszerükben a csontos részek vannak túlsúlyban a porcos részekkel szemben, egyes esetekben azonban még a gerinchúr is megvan. Lárvakorban, kivételesen egész életen át, kopoltyúkkal lélegzenek.



795. ábra. *Ceratodus Forsteri*. Günther rajza.

Kopoltyúik a bőr bojtosan elágazó függelékei, tehát igen lényegesen eltérnek a halak kopoltyútól. A kifejlett állatok tüdővel lélegzenek, még azok is, melyek

állandóan vízben élnek, azért levegővétel kedvéért időnként a víz felszínére emelkednek. Szívük két pitvarból és egy kamrából áll. A testből jövő vénás vér a jobb pitvarba jut, onnan a kamrába, a kamrából a vérnek egy része a tüdőbe, ahonnan a megtisztult vér a bal pitvarba kerül, a bal pitvarból a kamrába. A kamrából kiágazó osztóérből jobbra és balra három pár ér (az aortaívek) indulnak ki, közülük az első pár a fejet látja el vérrel, a második pár a hátoldal felé hajlik, ott egyesül egymással és egy nagy eret alkot, mely a törzset és a végtagokat látja el vérrel, végül a harmadik pár a jobb pitvarba s onnan a kamrába jutott vénás vért szállítja a tüdőbe. A szívben a vénás és artériás vér tehát keveredik egymással, a kamrából kiinduló osztóeret azonban egy redő oly módon osztja két részre, hogy a vénás vér a harmadik aortaíven át főképpen a tüdőbe, az artériás vér ellenben a másik két íven át a testbe jut. Az ivarvezetékek a végbélbe nyílnak. Petéik vízben, ritkán nedves földben fejlődnek ki. A békák lárvái a köznyelvben ebihal néven ismeretesek.

A kétéltűeket három rendbe osztjuk: 1. *farkos kétéltűek* (Urodela), 2. *farkatlan kétéltűek* vagy *békafélék* (Anura v. Batrachia), 3. *lábatlan kétéltűek* (Apoda v. Gymnophiona).

A *farkos kétéltűek* hosszú, hengeres testű, rövidlábú állatok. Bordáik rövidek, a mellcsontot nem érik el. Egyik csoportjukat (Perennibranchiata) az jellemzi, hogy kopoltyúik egész életükön át megmaradnak. *Siren lacertina*, *Proteus anguineus*, a Karszt-hegység földalatti vizeinek híres vak gőtéje. A többiek tüdővel lélegzenek. *Megalobatrachus maximus*, 1 m hosszú, a legnagyobb élő kétéltű, *Salamandra maculosa*, foltos szalamandra, *Molge cristata*, tarajos gőte. A Molge-félék arról nevezetesek, hogy ha kifejlődésüket külső körülmények megakadályozzák, kopoltyúikat egész életükön át megtartják és ivarérettekké válnak. Különösen áll ez némely Amblystoma-fajra. Az *Amblystoma mexicanum* pl. rendes körülmények között egész életén át kopoltyúkkal lélegzik és ily állapotban *Siredon pisciformis* vagy Axolotl néven ismeretes, ha azonban a víz kiszárad vagy az állatot kivesszük a vízből, elveszti kopoltyúit és átalakul Amblystomává. Kétféle alakja annyira eltér egymástól, hogy sokáig külön állatfajnak tartották mind a kettőt. Ez magyarázza a kettős nevet is.

A *farkatlan kétéltűek* kurta, zömök testű állatok. Bordáik igen rövidek, összeolvadtak a csigolyák harántnyújtványával. *Pipa americana*, arról nevezetes, hogy lárvái az anya bőrének gödreiben fejlődnek ki, *Rana esculenta*, kecskebéka, *R. fusca*, gyepi béka, *Bombinator igneus*, tűzeshasú unka, *Bufo vulgaris*, közönséges varasbéka, *Hyla arborea*, leveli béka.

A *lábatlan kétéltűek* a trópusok lakói. A földben élnek, szemeik a bőr alá vannak rejtve, lábaik teljesen elcsenevészettek, azért a kígyókhöz vagy a földi gilisztához hasonlítanak. *Coecilia gracilis*.

2. altörzs. Amnionosok (Amniota).

A *csúszómászók* alakjukkal a kétéltűeket utánozzák, a gyíkok pl. a szalamandrákhoz, a teknősök a békákhoz, a kígyók a lábatlan kétéltűekhez hasonlítanak. Ez okból a két osztályt mindaddig egybe is foglalták, míg ki nem derült,

hogy a csúszómászók szervezete sokkal tökéletesebb és hogy fejlődésük is lényegesen különbözik az amnion fellépése következtében.

A csúszómászók egy részén a bőr felülete erősen megszarusodott. A megszarusodott felhám alkotja a gyíkok és kígyók pikkelyeit, valamint a karmokat is. Máskor hatalmas csontlemezek keletkeznek a bőr irharétegében, melyek vagy különváltak vagy szorosan összenőttek egymással, de minden esetben szilárd védő pajzsot alkotnak (teknősök). Egész életükön át tüdőikkel lélegzenek. Szívük két pitvarból és két kamrából áll, a kamrákat elválasztó fal azonban a legtöbb csúszómászon nem teljes, hanem egy nyílás töri át. A vér a testből a jobb pitvarba, onnan a jobb kamrába jut, mely a tüdőbe hajtja. A tüdőből a bal pitvarba, onnan a bal kamrába kerül s onnan áramlik tovább a testbe. A csúszómászók legnagyobb része tojásokat rak, melyeknek alakja is, szerkezete is a madarak tojásaihoz hasonlít. Némely gyík és kígyó eleveneket szül.

A ma élő csúszómászók csekély számú maradványai ama csúszómászóknak, melyek régi időkben, különösen a jura- és kréta-korszakban népesítették be a föld felületét. E korszakok óriási termetű szörnyetegei mellett még a ma élő legnagyobb csúszómászók, a krokodílok is valóságos törpék. Az élőket öt rendre osztjuk: 1. *hidasgyíkok* (Rhynchocephalia), 2. *gyíkok* (Sauria), 3. *kígyók* (Ophidia), 4. *teknősök* (Chelonia), 5. *krokodílok* (Crocodilia).

A *hidasgyíkoknak* ma már csak egy képviselőjük van, a *Sphenodon (Hatteria) punctata*, mely Új-Zélandot északról környező szigeteken él. Alakja, szervezete a gyíkokéra emlékeztet, de vázának sajátos vonásai elválasztják tőlük.

A *gyíkok* hosszú, karesú termetű állatok; testüket pikkelyek fedik. A kígyóktól külsőleg főképpen az különbözteti meg őket, hogy jól fejlett végtagjaik vannak. Ismerünk azonban oly gyíkokat is, melyeknek végtagjaik nincsenek s ezek azután annyira hasonlítanak a kígyókhoz, hogy a laikus nem is igen tudja őket megkülönböztetni azoktól, pedig a megkülönböztetés könnyű, mert a gyíkoknak szempilláik is vannak, a kígyóknak ellenben nincsenek. A két rend legfontosabb elválasztó bélyegeit koponyájuk eltérő szerkezete adja meg. *Tarantola mauritanica*, gekkó, *Draco volans*, *Lacerta agilis*, fűrgye gyík, *L. muralis*, fali gyík, *Varanus niloticus*, *Anguis fragilis*, törékeny gyík, lábai nincsenek, *Chameleon vulgaris*, színváltoztató tehetségéről ismeretes.

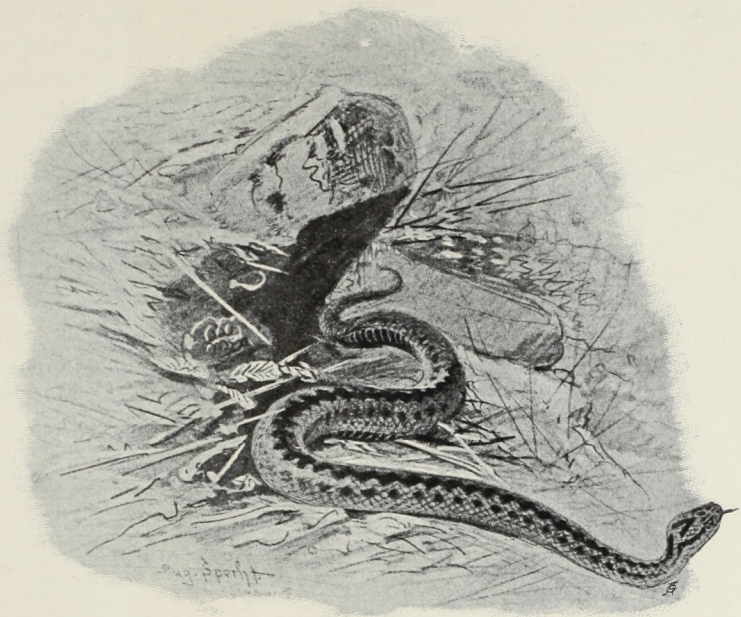
A *kígyókat* leginkább végtagjaik hiánya jellemzi. Kivételesen azonban még megvannak a lábak maradványai is. Testüket pikkelyek fedik. Koponyacsontjaik, különösen azok, amelyek a zsigervázhoz tartoznak, erősen megnyúltak, alsó állkapcsuk két szárát rugalmas szalag köti össze, azért szájukat rendkívül ki tudják tágítani. Ez magyarázza, hogy a kígyók még olyan állatokat is le tudnak nyelni, melyeknek átmérője nagyobb az övékénél. A kígyóknak egy része, mint mindenki tudja, mérges. A mérget méregmirigyekké átalakult nyálmirigyek szolgáltatják, melyeknek váladéka a méregfog ütötte seben át jut a megmart állat szervezetébe. A méregfogak a felső állkapocs elülső vagy hátulsó részén vannak elhelyezve és a többi fogtól könnyen meg lehet őket különböztetni, mivel azoknál sokkal nagyobbak. A méregfagon barázda vagy belsejében csatorna fut végig s ez a barázda vagy csatorna szolgál a méreg

kivezetésére. A kígyóméreg a leggyorsabban ölő mérgek sorába tartozik. *Python reticulatus*, óriás kígyó, 6—9 m hosszú, *Tropidonotus natrix*, vízi sikló, *Coronella austriaca*, rézsikló; ezek nem mérgesek, ellenben mérgesek a *Naja haje*, Kleopatra kígyója, *N. tripudians*, szemüveges kígyó, *Vipera ammodytes*, homoki vipera, *V. berus*, a keresztes vipera, a *V. rákosiensis*, a rákosi vipera, *Crotalus durissus*, csörgőkígyó stb.

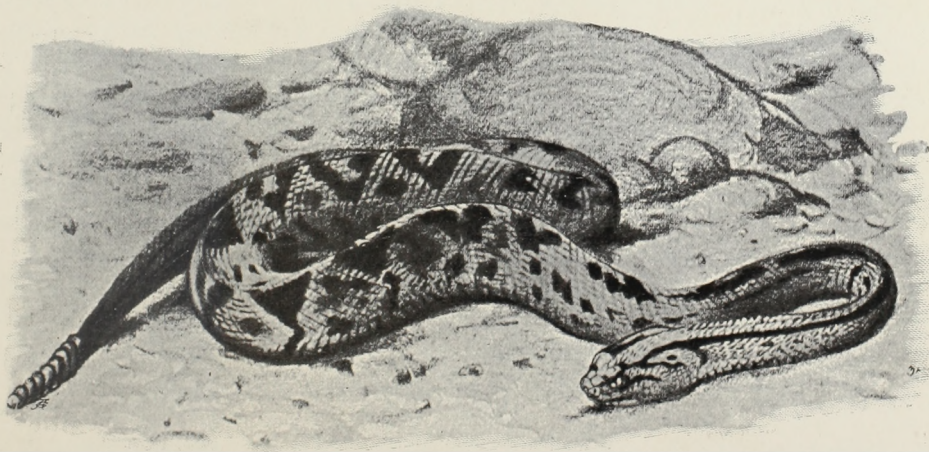
A teknősöknek csontlemezekből álló páncéljuk van. A páncél két részből áll, hát- és haspajzsból, melyek oldalt rendesen szilárdan összenőttek egymással. A páncél teljesen beburkolja az állat testét, csak a fej, a lábak és a farok látszik ki belőle, de az állat a fejét és részben a lábait be tudja húzni a páncél alá. Fogaik nincsenek, a táplálékot állkapcsaik kemény szaruszegélyével rágják meg. Szárazföldön, édes vízben vagy tengerben élnek. *Trionyx ferox*, *Chelys fimbriata*, *Testudo graeca*, görög teknősbéka, *Emys europaea*, mocsári teknős, *Thalassochelys carotta*, *Dermochelys coriacea*, a legnagyobb teknős, eléri a 2 m-nyi nagyságot is; tengerben él.

A krokodílok testét helyenként csont-, másutt szarulemezek fedik, a csontlemezek azonban nem egyesülnek egységes pajzssá. Állkapcsaik hata mas fogakkal vannak felfegyverezve. *Crocodilus niloticus*, *Alligator mississippiensis*, *Gavialis gangeticus*.

A madarak szervezeti sajátosságainak jó részét röpülésbeli tehetségükből lehet megmagyarázni. Az elülső végtag a repülés céljaira egészen sajátos módon alakult át: szárny lett belőle. A szárnynak röpülés közben rendkívül nagy erőt kell kifejtenie, ezért a tengelyét alkotó váz is megerősödött, a középcsontok összeolvadtak egymással és a kéztőcsontokkal, az ujjak viszont, mint felesleges szervek, elcsenevészedtek, csak három ujjuk maradt meg, de azok is csak 1—2 ujjperciből állanak. Két ujj a szárny végén található, a harmadik feljebb tolódott, ez viseli a fiókszárnnyat. Igen hatalmasan fejlettek az elülső végtag függesztő készülékét alkotó csontok, a lapockacsont, a kulcscsont és a hollóorrcsont. A szárnyak hatalmas izomzatának megerősítésére a mellcsont taraja szolgál, oly szerv, melyet csak röpülő állatokon találunk meg. A bordákat a hátra és felfelé hajló horognyujtványok erősítik egymáshoz, ismét oly berendezés, mely a váz mellső részének megerősítését célozza. Mivel az elülső végtagok repülőszervekké váltak, járás alkalmával a test egész súlya a hátsó végtagokra nehezedik, azért a medenceöv is módosult, erősebb, szilárdabb lett, csontjai összenőttek egymással is, meg a gerincoszloppal is. A hátsó végtagok annyiban módosultak, hogy az alszár egyik csontja, a sípcsont a másik csont, a szákapocs rovására erősebben fejlődött ki s ez utóbbi az előbbinek csak szálfaszerű függelékét alkotja. A lábtő és lábközépcsontok összeforrtak egymással, megnyúltak és a csüdöt alkotják, melyet a láb többi részétől azáltal lehet megkülönböztetni, hogy rendesen nem tollak, hanem szarupikkelyek fedik. Az ujjak száma legfeljebb 4, néha csak 2, karmokban végződnek. Az ujjak szerkezete, alakja, elhelyezése az egyes csoportok szerint különböző. A csontvázról még a következőket jegyezhetjük meg: a farkcsigolyák száma kevés, összeolvadtak egymással. Az állkapcsok fogatlanok, megnyúltak, a csőrt alkotják, felső részét felső, alsó részét alsó kávának nevezzük.



1.



2.

MÉRGES KIGYÓK.

1. A keresztcs vipera (*Peliobates berus*). — 2. A csörgő kigyó (*Crotalus durissus*).



A csőrt szaruréteg borítja, mely a kávak szélén éles szegélyben végződik. Az éles szegély pótolja a fogakat. A csőr alakja rendkívül változó és jellemző egyes csoportokra. Érdekes sajátsága a madarak csontjainak, hogy belsejüket, legalább a jól repülő fajokon, nem csontvelő, hanem levegő tölti ki, ami szintén a repülőképességgel függ össze, amennyiben e berendezés csökkenti a madár súlyát.

A madarak testét tollak fedik, melyeknek feladata részben az, hogy a testet hideg ellen védelmezzék, részben azonban mozgásszervül szolgálnak. A nagy szárnytollak, az evezőtollak, vitorlák vagy evezők, a fark tollai kormány gyanánt szerepelnek. Az evező- és kormánytollak sokkal jobban fejlettek, mint a pusztán védő szervekül szolgáló fedőtollak.

A belső szervek közül különösen a lélekzőszervek módosultak jellegzetesen. A madaraknak két gégefőjük van, egyik a légcső kezdetén, a másik, az alsó gégefő, a hörgők elágazásánál fekszik. Az alsó gégefő a hangadó szerv. A tüdőkkel több vékony falú zacskó függ össze, a légzacskók, rendszeren 5 pár, melyek esetleg az izmok közé, sőt a csontokba is behatolnak.

Érrendszerük lényegében a csúszómászókéval, de még inkább az emlősökével egyezik meg. A két kamra, következésképpen az artériás és vénás érrendszer is, teljesen el van választva egymástól. Vérük hőmérséklete állandó ($38-40^{\circ}\text{C}$), ellentétben az alsóbb rendű állatokkal, melyek vérének hőmérséklete a környező levegő hőmérséklete szerint változik.

A madarak tojásokat raknak, melyeket rendszeren testük melegével költenek ki, egyesek forró homokba vagy rothadó növényi törmelékek közé rakják tojásaikat s akkor a homok melege vagy a rothadás közben felszabaduló hő költi ki őket. A tojásból kikelő fiatalok néha oly fejlettek, hogy a szülők vezetése mellett maguk keresik meg táplálékukat, máskor azonban oly gyámoltalanok még, hogy a szülők hosszabb ideig maguk kénytelenek táplálni őket. Az előbbieket fészekhagyóknak, az utóbbiakat fészeklakóknak nevezzük.

A madarak rendszertana korunkban az átalakulás időszakát éli. A régi, inkább külső bélyegekre épített rendszer helyes voltát az újabb anatómiai vizsgálatok eredményei mindenben nem igazolták, annyira azonban, hogy bonctani alapon teljes rendszert tudnánk alkotni, még nem haladtak ismereteink, azért a legtöbbször a régi egyszerű és könnyen áttekinthető rendszert alkalmazzák. E helyen mi is ezt fogjuk követni.

A madarak osztályát mindenekelőtt két alosztályra osztjuk. Az elsőbe a *futómadarak* (Cursores v. Ratitae) tartoznak, melyekre jellemző, hogy szárnyaik tökéletlenül fejlettek, repülésre alkalmatlanok, mellcsontjuk lapos. Annál jobban fejlettek lábaik, melyeknek segítségével rendkívül gyorsan tudnak futni. *Struthio camelus*, strucc, *Dromaeus Novae-Hollandiae*, új-hollandi strucc, *Apteryx Oweni*, kivi.

A második alosztályt a *tarajos mellcsontúak* (Carinatae) alkotják, melyeknek mellcsontja tarajos, szárnyaik jól fejlettek, többnyire jó repülők. Ez alosztályt hét rendre osztjuk: 1. *tyúkfélék* (Gallinae), 2. *galambfélék* (Columbidae), 3. *úszók* (Natae), 4. *gázlók* (Grallatores), 5. *kúszók* (Scansores), 6. *verébfélék* (Passeriformes), 7. *ragadozók* (Raptatores).

A *tyúkfélék* fészekahagyók, kissé nehézkesen repülnek, de jó futók; három ujjuk előre, egy hátrafelé néz; a csőr erős, zömök, a felső káva hosszabb az alsónál, kissé hajlott. *Gallus domesticus*, házi tyúk, *Phasianus colchicus*, közönséges fácán, *Pavo cristatus*, páva, *Tetrao urogallus*, süketfajd, *Perdix cinerea*, fogoly.

A *galambfélék* fészeklakók, kitünő repülők; begyük, mikor fiókáik vannak, tejszerű nedvet választ ki, mellyel fiataljaikat táplálják. *Columba livia*, szirti galamb, a házi galamb őse, *Turtur auritus*, gerle.

Az *úszók* fészekahagyók, ujjukat úszóhártya köti össze, kitünő úszók és rendesen kitünő repülők. Némely fajnak mind a négy ujj előre néz s úszóhártya köti őket össze, máskor három ujj előre, egy hátra néz, az első hármat úszókarój szegi be. *Anas boschas*, tőkés kacsa, *Anser ferus*, vadlúd, *Cygnus olor*, hattyú, *Larus ridibundus*, kacagó sirály, *Diomedea exulans*, albatrosz, *Sterna hirundo*, széki csér, *Aptenodytes patagonicus*, pingvin, *Podiceps cristatus*, búbos vöcsök, *Pelecanus onocrotalus*, pelikán.

A *gázlók* mocsaras vidékek lakói, lábaik a mocsárban való gázoláshoz alkalmazkodtak, erősen megnyúltak, különösen a csüd, nyakuk és csőrük szintén megnyúlt. *Ciconia alba*, fehér gólya, *Ardea cinerea*, szürke gém, *Grus cinerea*, daru, *Crex pratensis*, haris, *Otis tarda*, túzok, *Vanellus cristatus*, bibic, *Scolopax rusticola*, erdei szalonka.

A *kúszókat* kúszólábuk jellemzi, melyen két ujj (a 2. és 3.) előre, a másik kettő hátra néz. *Picus viridis*, zöld harkály, *Cuculus canorus*, kakuk, *Psittacus erithacus*, hamvas papagály, *Chrysotis amazonica*, zöld papagály.

A *verébfélék* többnyire apróbb termetű fészeklakó madarak. Nagyobb részüknek jól fejlett alsó gégefőjük van, azért kiváló énekesek. *Fringilla coelebs*, pinty, *Passer domesticus*, házi veréb, *Turdus merula*, fekete rigó, *Luscinia philomela*, fülemile, *Hirundo rustica*, füsti fecske, *Corvus frugilegus*, vetési varju, *C. corax*, holló, *Alcedo ispida*, jégmadár, *Paradisea apoda*, paradicsommadár, *Cypselus apus*, kazári fecske.

A *ragadozók* többnyire nagyobb termetű madarak, ujjak hatalmas, sarlóalakú karmokban végződnek, csőrük többnyire kurta, zömök, rendkívül erős, a felső káva erősen hajlott. *Sarcorhamphus griffus*, kondor, *Vultur monachus*, barátkeselyű, *Gypaëtus barbatus*, szakállas vagy saskeselyű, *Falco islandicus*, izlandi sólyom, *Aquila imperialis*, királysas, *Buteo vulgaris*, ölyv, *Astur palumbarius*, héja, *Bubo maximus*, fülesbagoly, *Strix flammea*, lángbagoly.

Az *emlősök* osztályát a legtökéletesebb szervezetű állatok alkotják. Testüket szőr fedi, mely az emlősökre épp oly jellemző, mint a madarakra a tollazat. A szőrök szaruképződmények, melyek a bőr bemélyedéseiben, a szőrtüszőkben keletkeznek; minőségük szerint nagyon különbözők, egyszer rendkívül hajlékonyak, lágyak, máskor merevek, durvák (serték), néha meg éppen töviszerűek, mint pl. a südisznó »tüskéi«. A szőrökhöz hasonlóan a felhám szarurétegének képződményei az ujjak végét fedő karmok, paták és körmök is. Jellemző továbbá a bőrre, hogy rendkívül gazdag mirigyekben. A bőrmirigyeknek két fajtáját különböztetjük meg, faggyumirigyeket és izzadtságmirigyeket. Az előbbieket főként zsíros anyagokat, az utóbbiak a verejtéket választják ki. E mirigyek



A LÁRMÁS BIBIC
(VANELLUS CRISTATUS).
Thorburn rajza.



különfélekép módosulhatnak, módosult mirigyek pl. a különféle bűzös és illatos anyagokat elválasztó mirigyek (gőrény, mosuszállat, hód stb.). Az átalakult bőrmirigyek közt azonban minden tekintetben a tejmirigyek a legfontosabbak, melyek az emlősök legjellemzőbb bélyegét alkotják. A legtöbb emlős tejmirigyei átalakult faggyúmirigyek, kivételesen izzadtságmirigyek, de minden esetben zsíros, a fiatalok táplálására szolgáló váladékot, tejet választanak el. A tejmirigyek a hasoldalon csoportosan helyezkednek el és az emlőket alkotják. A mirigyek nyílásai az emlő egy kisebb területén csoportosulnak, mely rendszeren szemölcsszerűen emelkedik fel az emlő felületéről s akkor emlőbimbónak nevezzük, ritkán éppen ellenkezőleg besüppedt, akkor emlőzacskó vagy tőgy a neve. Az emlők száma fajok szerint változik, felmehet egészen 22-ig.

A vázat majdnem kizárólag csontok alkotják; porcok csak egyes elszigetelt helyeken fordulnak elő, mint pl. a bordák és a végtagsontok végén. A koponya szerkezetében fontos az agykoponya nagy fejlettsége, ami az agy fejlettségével függ össze.

Az emlősöknek rendszertani szempontból legfontosabb szervei közé tartoznak a fogak. Fogak csak az alsó és felső állkapocsban fejlődnek, ellentétben az alsóbbrendű gerincesekkel, melyeknek rendszeren egyéb, a szájjüregot alkotó csontjaik is fogakkal vannak fegyverezve. A gerincesek legnagyobb része életében egyszer változtatja fogazatát vagy legalább egy részét. A fiatal korban fejlődő fogak, a tejfogak idővel kihullanak és helyüket új fogak foglalják el és azok rendszerint egész életen át megmaradnak. Ha valami okból kihullanak, helyüket csak kivételesen foglalják el újak. Kivételes eset az is, midőn az első fogazatot újabb nem váltja fel. A fogak száma egyazon állatfajon állandó, az embernek pl. 32, a farkasnak 42 foga van. A szám gyakran állandó nemcsak a fajon, hanem a nemen, sőt a családon belül is. Jellemző a fogazatra, hogy egyes csoportjai különféle feladatok végzésére különféleképp módosultak. Így megkülönböztetünk metszőfogakat, melyek elül foglalnak helyet, mögöttük 1—1 szemfog következik, leghátul találjuk a zápfogakat, melyeket elő- és utózápfogakra osztunk. Az utózápfogak a fogazat legkésőbbben fejlődő tagjai, és nem is előzik meg őket tejfogak. A fogazatot képletben szokták kifejezni. A képletet úgy írjuk föl, hogy vonás fölé a felső, a vonás alá az alsó fogsor fogainak számát írjuk és pedig, mivel a fogsor jobb- és baloldala részarányos, csak az egyik oldalt jelöljük. A képletben legegyszerűbben a metsző-, azután a szem-, az elő-, és leghátul az utózápfogak számát írjuk fel. Ha a fogak valamely fajtája hiányzik, ami elég gyakori jelenség, a képletben 0-val jelöljük. A farkas fogképlete pl. a következő: $\begin{smallmatrix} 3 & 1 & 4 & 2 \\ 3 & 1 & 4 & 3 \end{smallmatrix}$ a nyulaké: $\begin{smallmatrix} 2 & 0 & 3 & 3 \\ 1 & 0 & 2 & 3 \end{smallmatrix}$.

Lélekörszervül a fejlődés minden fokán a tüdő szolgál. A testüreget a rekeszizom, egy lapos, hártyszerű szerv, két részre, mell- és hasüregre osztja. A mellüregben foglal helyet a tüdő, a légső, a nyelőcső és a szív, a hasüregben a zsigerék többi része. Az érrendszer és a szív szerkezete majdnem teljesen megegyezik a madarakéval. A vér hőmérséklete állandó, 36—41° C, kivételesen jóval alacsonyabb is lehet (Echidna, 26—34° C).

Az ivarszervek szerkezetére jellemző, hogy csak kivételesen, a legalsóbb rendű emlősökön nyílnak a végbélbe, máskor mindig külön húgyivarnyílásaik

vannak, embrionális korban azonban minden emlős ivarvezetéke a végbélbe nyílik. Az ivarmirigyek vezetéke a húgyvezeték alsó részén, a húgyhólyag alapján (nyelén) nyílik. A petevezeték alsó része erősen kitágul és az anyaméhét alkotja. Az alsóbb rendűeken még két anyaméhét találunk, megfelelően a két petevezetéknek, a két méh azonban a magasabb rendűeken részben vagy egészen összeolvad egymással. A fiatal állat az anyaméhben fejlődik ki, azért az emlősök eleveneket szülnek, kivéve a legalsóbb rendűeket, melyek a madarakhoz hasonlóan tojásokat raknak. A fejlődő magzatot az anyaméh falához a méhlepény (placenta) rögzíti. A méhlepény úgy jó létre, hogy az amnion külső rétegéből lett úgynevezett chorion s az ez alatt elterülő, véredényekkel gazdagon ellátott hártya (az ú. n. allantois) elágazó nyujtványokat (chorionbolyhokat) bocsát ki, melyek behatolnak a méhet borító nyálkahártya megfelelő bemélyedéseibe. Így a placenta két alkotórészből áll, melyek egyikét a magzat, másikat az anya szolgáltatja. A méhlepény a magzat tápláló szerve, azon keresztül jut a táplálék az anya testéből a magzatéba. A legalsóbb rendű emlősök méhlepény nélkül fejlődnek, azért azokat méhlepénynélküliek (Aplacentalia) néven választjuk el a többiektől, a méhlepényesektől (Placentalia). Az Aplacentaliák sorába két rend tartozik, a *madárhüvelyűek* (Ornithodelphia) és az *erszényesek* (Marsupialia); a Placentaliák közé tíz, úgymint 1. *foghíjasok* (Edentata), 2. *cetfélék* (Cetomorpha), 3. *patások* (Ungulata), 4. *ormányosok* (Proboscidea), 5. *rágcsálók* (Rodentia), 6. *rovarevők* (Insectivora), 7. *denevérek* (Chiroptera), 8. *ragadozók* (Carnivora), 9. *félmajmok* (Prosimia) és 10. *főemlősök* (Primates).

A *madárhüvelyűek* onnan vették nevüket, hogy húgyivarszerveiknek nincsen külön kivezető nyílásuk, hanem, mint a madarakon, a végbélbe nyílnak, tehát kloakájuk van. Nem eleveneket szülnek, hanem vékony héjú tojásokat raknak. A fiatalokat emlőikből táplálják; emlőik, ellentétben a többi emlősökkel, átalakult izzadságmirigyek. Fogaik nincsenek, vagy csak szarufogaik vannak a zápfogak helyén. E rendbe csak igen kevés állat tartozik, melyek mind Ausztráliát és Új-Guineát lakják. *Echidna aculeata*, *Ornithorhynchus paradoxus*, csőrös emlős, neve onnan származik, hogy a kacsához hasonló csőre van.

Az *erszényesek* eleveneket szülnek ugyan, méhlepényt azonban csak kivételesen fejlesztenek s ha fejlesztenek is, igen tökéletlen szerv, mely a magzatot csak fogyatékosan tudja táplálni, azért a fiatalok születésükkor még oly fejletlenek, hogy az anya legodaadóbb gondozására szorulnak. A fiatalok gondozására, felnevelésére egy egészen sajátos szerv szolgál, az erszény, egy a hasoldalon keletkező bőrredő által bezárt üreg, melynek belsejében találhatók az emlők. Legnagyobb részük Ausztráliában él, Amerika egy-két fajnak a hazája (*Didelphys virginiana*, opossum, erszényes fiahordó); *Dasyurus viverrinus*, erszényes menyét, *Sarcophylus ursinus*, erszényes medve; ezek ragadozók, a következők ellenben növényevők: *Phascolomys wombat*, wombat, *Macropus giganteus*, óriás kenguru, *Petaurus sciureus*, erszényes mókus.

A *foghíjasok* vagy teljesen fogatlanok, vagy pedig, s ez a gyakoribb eset, fogazatuk tetemesen visszafejlődött: metszőfogaik soha sincsenek, szemfogaik is csak kivételesen, ellenben vannak zápfogaik, számuk néha felmegy

százra is, de azok is nagyon csenevésznek, egyformák, kúposak. *Manis laticaudata*, tobzos állat, *Dasypus gigas*, öves állat, *Myrmecophaga jubata*, hangyász, *Bradypus tridactylus*, háromujjú lajhár.

A cetfélék állandó vízi életmódhoz alkalmazkodtak. Halalakúak, hátsó végtagjaik teljesen eltűntek, az elülsők pedig úszószerűen átalakultak, testük farkúszóban végződik, mely azonban nem egyenlő értékű szerv a halak farkúszójával s nem függőlegesen, hanem vízszintesen áll. Fogazatuk vagy egyáltalán hiányzik, vagy valamennyi foguk egyenlő. Szőrözetüknek szintén csak a nyomai vannak meg. Tengerben, ritkán folyókban élnek (*Platanista gangetica*, *Inia boliviensis*). *Manatus americanus*, *Halicore dugong*, *Delphinus delphis*, delfin, *Monodon monoceros*, narval, *Physeter macrocephalus*, nagyfejű cet, 20 m hosszú, *Balaenoptera musculus*, bálna, szintén 20 m hosszúra nő.

A patások ujjainak hegyét paták, vastag szarulemezek fedik. Járás közben az ujjak hegyére támaszkodnak. Szemfogaik ritkán vannak jól kifejlődve, zápfogaik felülete lapos, a táplálék szétmorzsolására szolgálnak. Jellemző a patásokra, hogy ujjaik egy része többé-kevésbé elcsenevésszedett, sőt egészen el is tűnt. A test súlya főképpen a középső (3. és 4.) ujjra nehezedik, azért ezek vannak a legjobban kifejlődve. Az első ujj mindig hiányzik s ha több ujjuk is eltűnik, a visszafejlődés során az első után az ötödik, majd a második és negyedik tűnik el; egyes esetekben, pl. a lovakon, csak a harmadik ujj maradt meg. A patásokat két alrendre osztjuk, páratlan- és párosujjúakra. A páratlanujjúaknak többnyire három ujjuk van (2-, 3- és 4-ik ujj van meg), a középső, a harmadik ujj a legjobban fejlett; a második és negyedik ujj gyakran csak apró csontszilánk alakjában van meg, mely kívülről nem is látható, mivel a bőr alá van rejtve. *Tapirus americanus*, amerikai tapír, elülső lábán négy, a hátsón három ujj van, *Rhinoceros bicornis*, afrikai orrszarvú, *Equus caballus*, ló, *E. asinus*, szamár. A párosujjúaknak két vagy négy ujjuk van (2—5-ik ujj), néha csak a harmadik és negyedik ujj van meg (teve). *Hippopotamus amphibius*, víziló, *Sus scrofa*, sertés. A párosujjúak nagyobb részét a kérődzők (Ruminantia) alkotják, melyek az előbbiektől abban térnek el, hogy gyomruk négy részből áll (összetett gyomor). A táplálékot meg nem rágva nyelik le, mely a gyomor legelső, legtágasabb részébe, a bendőbe jut. A bendőből a recés gyomorba s ebből visszakerül a szájba, ott az állat megrágja s a megrágott táplálék azután nem a bendőbe, hanem a harmadik, az úgynevezett leveles gyomorba, ebből pedig a mirigyes negyedik gyomorba, az úgynevezett oltó gyomorba jut. *Camelus bactrianus*, kétpúpú teve, *Auchenia lama*, láma. A kérődzők legnagyobb részének a homloksontból kinőtt szarva van, melyet gyakran vastag szarutülok borít be (szarvasmarha); *Camelopardalis giraffa*, zsiráf, *Bos taurus*, szarvasmarha, *Bison europaeus*, európai bölény, *Ovis aries*, juh, *Capra hircus*, kecske, *Antilope rupicapra*, zerge, *A. dorcas*, gazella, *Cervus elaphus*, szarvas, *C. capreolus*, őz, *Moschus moschiferus*, mosuszállat.

Az ormányosokat rendkívül vastag bőrük és megnyúlt orruk jellemzi; szemfogaik nincsenek, metszőfogaik agyarakká lettek. *Elephas africanus*, afrikai elefánt, *E. primigenius*, mammut, kihalt.

A rágsálóknak szemfogaik nincsenek, azért metsző- és szemfogaikat tágas ür választja el egymástól. Metszőfogaik igen jól fejlettek, élesek, rendszeren 2—2

metszőfoguk van mindkét állkapcsukban. Növényevők. *Lepus timidus*, mezei nyúl, *Sciurus vulgaris*, mókus, *Castor fiber*, hód, *Mus musculus*, házi egér, *M. decumanus*, vándor patkány, *Cavia cobaya*, tengeri malac.

A rovarrevőknek minden fajta fogaik megvannak, csak szemfogaik hiányzanak kivételesen, de összes fogaik meglehetősen egyszabásúak, hegyesek. Rovarokból élnek. *Erinaceus europaeus*, tüskés disznó, *Sorex vulgaris*, cickány, *Talpa europaea*, vakondok.

A denevérek egy bőrredő (patagium) segítségével madarak módjára repülnek. A bőrredő a törzs, az elülső és hátsó végtagok, továbbá az elülső végtagok rendkívül megnyúlt ujjai között van kifeszítve. Mellsontjuk, mint a madaraké, tarajos. Emlőik a mellen vannak elhelyezve. *Vespertilio murinus*, közönséges denevér, *Rhinolophus ferrum-equinum*, patkósrú denevér, *Vampyrus spectrum*, vampír, *Pteropus edulis*, repülő kutya.

A ragadozók más állatok húsából táplálkoznak, melyeket csellel, gyors futással, ugrással szereznek meg, azért érzékszerveik, hallásuk, látásuk, szaglásuk kitünően fejlett, valamint agyvelejük is. Zsákmányukat hegyes karmaik és hatalmasan fejlett fogaik segítségével ragadják meg és tépik szét. Összes fogaik jól fejlettek. Zápfogaik élesek, tarajosak, legjobban fejlettek szemfogaik és első utózápfoguk; ez utóbbiak szolgálnak első sorban a táplálék széttépésére, azért tépőfogaknak nevezzük őket. *Ursus arctos*, barna medve, *U. maritimus*, jegesmedve, *Canis familiaris*, házi kutya, *C. lupus*, farkas, *Felis leo*, oroszlán, *F. domestica*, házi macska, *F. tigris*, tigris, *F. lynx*, hiúz, *Hyaena striata*, csikos hiéna, *Mustela martes*, nyuszt, *Meles taxus*, borz, *Lutra vulgaris*, vidra. A ragadozók kis része életének nagyobb részét vízben tölti, ezeknek végtagjaik úszókká alakultak át. *Phoca vitulina*, borjufóka, *Trichechus rosmarus*, rozmár.

A félmajmok a majmokhoz hasonlítanak, amennyiben mind elülső, mind hátulsó végtagjaik fogódzó kézzé alakultak át, melyekre jellemző, hogy az első (hüvelykujj) a többivel szembe helyezhető. Az igazi majmoktól azonban több bonctani vonásban tetemesen eltérnek. *Lemur macaco*, maki, *Loris gracilis*, lóri, *Chiromys madagascariensis*, véznaujjú maki.

A főemlősök rendje a legtökéletesebb szervezetű állatokat foglalja magába. Szervezete alapján e rendbe kell besoroznunk az embert is, bár szellemi tehetőségeinek fejlettségénél fogva tátongó úr választja el az összes többi állatoktól. A főemlősök ujjainak végét lapos körmök, ritkán karmok fedik. Egy pár emlőjük van, mely a mellen van elhelyezve. Fogazatukban csekély eltérés van. Az alsóbb rendű majmok (Platyrrhini) fogképlete a következő: $\begin{smallmatrix} 2 & 1 & 3 & 3 \\ 2 & 1 & 3 & 3 \end{smallmatrix}$, a magasabb rendűeké (Cathartini) és az emberé pedig ez: $\begin{smallmatrix} 2 & 1 & 2 & 3 \\ 2 & 1 & 2 & 3 \end{smallmatrix}$. A majmoknak mind a négy végtagjuk fogódzó kézzé alakult, azért négykezüek (Quadrumanus) néven is nevezik őket, szemben az emberrel (Bimana). *Cebus capucinus*, csuklyás majom, *Hapale penicillata*, selyemszörű majom, *Cynocephalus hamadryas*, pávián, *Troglodytes niger*, csimpánz, *Gorilla engana*, gorilla, *Simia satyrus*, orángután, *Hylobates syndactylus*, gibbon, *Homo sapiens*, ember.



TIGRIS
(FELIS TIGRIS).



Bosszankodva



kedélyesen, jó hangulatban




gyanakodva, félve.

FIATAL CSIMPÁNZ KÜLÖNBÖZŐ KEDÉLYÁLLAPOTBAN



AZ ÁLLATFAJOK SZÁRMAZÁSA.

INCSEN EMBER, akit a szabad természet ölen bolyongva, már felületes szemlélődésnél is ne ejtett volna gondolkodóba az állat- és növényvilág alakjainak óriási, úgyszólván felfoghatatlan sokfélesége. Kivált magános sétáinkon minden érzésünket és gondolatunkat annyira lebilincseli az élő szervezetek mérhetetlen változatossága, formáinak sokasága és kimondhatatlan gazdagsága, hogy egyideig némán csodáljuk a szerves életet. A bámulatot azonban csakhamar gondolkodás váltja fel; gondolat gondolat után szövődik, s egyszerre csak azon vesszük észre magunkat, hogy az élő lények eredetének és származásának hatalmas kérdéseit feszegetjük. Mindenáron tudni szeretnők a szerves lények változatosságának okát, s ez természetes is, mert az örökösen okokat fürkésző emberi természettel ellenkezik, hogy gondolkodásában rés legyen, ezért minden ember igyekszik valami magyarázattal kitölteni a gondolkodásában lévő hézagot. Ez az áthidaló magyarázat magától értetődőleg mindig az ember, jobban mondva pedig, minthogy az emberek minden időben foglalkoztak ily kérdésekkel, az illető kor tudásának fokától, az ismeretek mélységétől és mennyiségétől, mondhatnók a tudományos közlélek műveltségétől függ, s ennek megfelelőleg a különböző korokban a szervezetek változatosságának és formagazdagságának megértésére nézve különböző magyarázatokat találunk.

Bármennyire is eltérnek ezek egymástól, alapjában két csoportra oszthatók, aszerint, amint természetfeletti, vagy természetes erőkkkel magyarázzák az élő világ származását. Az előbbieket Mózes teremtetéstörténetéhez köthetjük, az utóbbiakat pedig *származástan*, *deszcendencia*, *evolúció* vagy *transzformáció* néven foglalhatjuk össze.

Mózes a növények és állatok sokféleségét Isten művének tulajdonítja, vagyis a ma élő állatok és növények eredetének és fajgazdagságának legvégső okát adja. Ámde a természetbúvár nem foglalkozik a végső okokkal. Ezeknek fürkészése áthágja a természettudománynak élesen körvonalozott határait; a természetbúvár tudománya keretén belül csupán a jelenségeket figyelheti meg s ezeknek csakis legközelebbi okát igyekszik megállapítani. Ennek meg-

felelőleg a természettudományban a Mózes-féle teremtéstörténeteket a fajok állandóságáról szóló tan helyettesíti, mely azt tanítja, hogy az állat- és növényfajok állandók és ma is annyiféle állat- és növényfajt számlálunk, amennyi kezdettől fogva élt e földön.

A fajok állandóságáról szóló tan úgyszólván a legújabb időkig fenntartotta magát, mert a tapasztalatokkal hosszú ideig nem ellenkezett, s mert nagytekintélyű és döntő szavú természetbúvárok, mint *Linné* és *Cuvier* minden lehető elkövettek, hogy ezt a tant megszilárdítsák. Alapjai csak a XIX. században kezdtek hosszú küzdelem után meginogni. Ma ez a szépen kiépített, látszólag szilárdan megalapozott tan immár megdőlt, s helyette az élő szervezetek vérrokonosságát és természetes úton egymásból való származását hirdető tan, az ú. n. származástan került felszínre.

A származástan csiráit már a régi görög és római filozófusok irataiban is megtaláljuk.

Thales és *Hippo* (624—543. Kr. e.) szerint az egész világ az ő alapanyagából, a vízből állott elő. A vízből először keletkezett az ég, azután a föld és ezen ősnemzés útján állottak elő az élő szervezetek. *Anaximander* (611—546. Kr. e.) az egész világot egy érzékeinkre nem ható és ezért meg nem határozható őanyagból származtatja, melyből először a már látható, a tűz, víz, levegő és föld elemei képződtek ki. E kiképződéssel kapcsolatban ellentétek fejlődtek ki, mint hideg és meleg, tűz és víz, s ezek kölcsönhatására fejlődött ki a tér- és időbelileg határolt világ, amelyen örökösen váltakozik egymással a lét és enyészet. Az egész világot tüzes golyó vette körül, mely midőn megrepedt, belőle a nap, hold és csillagok állottak elő. A napsugarak hatására elkülönült a víz a szárazföldről, és amidőn ez még nedves és iszapos volt, az iszapban a napsugarak teremtő erejére hólyagos képződmények keletkeztek, melyekből halhoz hasonló, kemény bőrrel körülvett állatok fejlődtek, ezek hovatovább a vízből a szárazföldre mentek és az életmódnak illetlen való megváltozása mélyreható változásokat és a halalakú szervezetnek átformálódását idézte elő. Ezekből a típusokból fejlődtek szerinte az összes ma élő szárazföldi szervezetek, közöttük az ember is, mely tehát »máskép szervezett lényekből állott elő«.

Anaximander volt az első, aki a természetes származás gondolatát határozottan kifejtette és az élő szervezetek tiszta mechanikai úton való fejlődését hangsúlyozta. Az ember és magasabb rendű emlősök származásánál felhozta azt, hogy az ember és a magasabb rendű emlősök sokáig tehetetlenek, ellenben a többi állatok születésük után rögtön meg tudják szerezni táplálékukat, ezért az ember és a magasabb rendű emlősök nem maradhattak volna fenn, ha mindjárt mostani alakjukban léptek volna az élet küzdőterére.

Heraklitos (500. Kr. e.) szerint az anyag nincs meg kezdettől fogva, mint ezt az eleatusok tanították, hanem szerinte minden örökös folyásban van. Ő pendítette meg először a létért való küzdelem eszméjét a formálódásnál. »A küzdelem az apja az összes dolgoknak.« Nyugalom és béke petyhüdést idéz elő, és az egységeshez viszi vissza a dolgokat, míg a küzdelem hozza létre a változatost, a bonyolódottat. Ma ezt így mondanók: a létért való küzdelem differenciálja a tulajdonságokat.

Az eleatusok és Heraklitos közötti eltéréseket *Empedokles* (500—440 Kr. e.) igyekezett az ő áthidaló nézetével kiegyenlíteni. Az anyagok szerint nem keletkeznek, nem pusztulnak el, hanem ideig-óráig tartó alakváltozáson mennek keresztül, melyet az anyagban levő ellentétes tulajdonságok: a gyűlölet és szeretet idéz elő. Kezdetben az összes alapanyagok egy gömbben voltak egyesítve, melyben csak a vonzás: a szeretet principiuma érvényesült. A gyűlölet befurakodásával az anyagok szétkülönültek, keletkezett a négy alapelem: föld, víz, tűz és levegő, s ezekből az egyes lények; midőn a gyűlölet hatása a tetőfokra hágott és az egyes lényeket már elpusztította, akkor ismét a szeretet hatása érvényesül s a körforgalom ismét megindul, s a végtelenségig ismétlődik. A gyűlölet és szeretet hatására jönnek létre *véletlen* révén a növények és az állatok. A négy alapelemet ugyanis a gyűlölet és a szeretet mozgatja, ezek véletlen játéka folytán állanak elő a növények és az állatok, még pedig kezdetben a növények és állatok egyes részei, szervei képződtek; így egyes szemek arc nélkül, végtagok test nélkül, törzs fej nélkül stb. Azután a természet az egyes részek összeállítását kísérlette meg és ekkor az összes lehető kombinációk állottak elő, melyek jobbára torzok voltak, de akadtak soraikban célszerűek, életrevalók is; ez utóbbiak megmaradtak, míg az alkalmatlanok kipusztultak. *Empedokles* tehát már a természetes kiválogatást is szerepeltette.

Aristoteles (384—322. Kr. e.) szakít az előző filozófusok monista irányával s a dualizmust hangsúlyozza. Szerinte a természetben az anyag (*materia*) és a szellem (*logos*) áll egymással szemben. A szellem (*logos*) a kezdetben alakatlan anyagra mozgás révén hatott, és ezért mozgás adta meg a lökést a világ keletkezésére. *Minthogy minden a tökéletlentől a tökéletes felé fejlődik*, azért a formálódásnak minden lehetséges fázisát megtalálhatjuk. Háromféle világszféra van: az állócsillagok a legtökéletesebbek, és a mindenség közepében levő Föld a legtökéletlenebb; az egész mindenség maga gömbalakú, melynek szélén a mindent átható szellem (*logos*) állandó mozgásban van.

A Földet négy elem alkotja: tűz, föld, víz és levegő. A tűz, mint legkönnyebb, az aether (*logos*) felé tör, a föld a középpont, a többi kettő pedig összekapcsoló anyag. Az elemek keverődésének legalsóbb termékeként keletkeznek az anorganikus testek, melyek jóllehet nem szellem-, léleknélküliek, de ezen lélek a belőlük előálló organizmusokéhoz képest nem tudatos.

Mint a világ nagyjából, úgy az élők világa is *a fokozatos fejlődés elvét tárja elénk*. A növények csak vegetatív lélekkel vannak ellátva, ezért a vegetatív és érző lélekkel ellátott állatok alatt állanak, melyek fölött viszont az ember áll, akinek még a gondolkodás tehetsége is megvan. Minden magasabb rendűnek az alatta álló táplálékul szolgál. A nemek közül a hím nem a tökéletesebb, a nemzésnél ez adja a formát és a lelket, a nő nem pusztán az anyagot szolgáltatja a fejlődő utódnak.

Aristoteles természetfilozófiájában jön először kifejezésre a fokozatos fejlődés elve, ami a mai származástannak is egyik legfontosabb alapelve.

A rómaiak a természettudomány terén nem alkottak újat. *Plinius* a görög írók műveiből másolt, *Lucretius* pedig *De rerum natura* című munkájában

ugyancsak görög filozófusok, nevezetesen *Anaximander* származástani eszméit szöveltette meg.

A kereszténység első századai megbénítottak minden természettudományt. Az emberek idejét és gondolkozását teljesen elfoglalta a lelki dolgokkal való foglalkozás. Főelv lett, hogy »az ismeret a hiten alapszik«. Ily körülmények között nem csodálkozhatunk azon, hogy a származástani eszméi csak kevéssé, a vallástani keretein belül érvényesülhettek. Szószólói némileg *Augustinus* és *Gregorius* egyházatyák, akik a görög bölcselek munkáit tanulmányozva, belátták, hogy a keresztény vallás teremtéstörténete ezekkel szemben milyen siralmasan hátul áll, ezért ezen ama tannal igyekeztek segíteni, hogy a teremtés nem ment végbe direkte, hanem indirekte, azaz az Isten nem egymásután teremtette a növényeket, állatokat és Ádámot, hanem csupán ezek csiráit teremtette egyszerre, azokat a földre helyezte, hogy belőlük kedvező körülmények között a ma élő növények, állatok és emberek fejlődjenek ki.

A középkorban a származástani eszméi valóban lelkes hirdetőkre csak az arab tudósok körében találtak. Leghíresebb szószólói voltak *Ibn Badscha* (kb. 1060—1138), *Muhammed ben Edrisi* (1100—1165) és *Kazvini* (meghalt 1283-ban). *Muhammed ben Edrisi* 1153-ban megjelent földrajzi munkájában a földrajzi és éghajlatbeli viszonyok közvetlen hatásával igyekezett a fajok és fajváltozatok előállítását megmagyarázni. *Kazvini* szerint kezdetben voltak az elemek, belőlük keletkeztek a testek, melyek kezdetben tökéletlenek voltak, később azonban fokozatosan magasabbra fejlődtek. Először állottak elő az ásványok, azután a növények, állatok, emberek és végül az angyalok. A növények szerinte növekedésre termett ásványok, az állatok pedig érzésre és helyváltoztatásra termett növények.

A klasszikus kor gondolkodóival és az arab tudósokkal megszakad a származástani folytonossága és csak Lamarck idejében (1809) tolul újra homlokterbe. Az egész középkorban, sőt még az újkorban is a tudósok szilárd meggyőződése volt a fajok állandósága. Az uralkodó, általános felfogást *Lamarck* a XIX. század hajnalán támadta meg *Philosophie Zoologique* című munkájában. Ebben a nagyjelentőségű, de sokáig feledésbe ment könyvben találjuk a tudományos származástani alapjait.

Lamarck nemcsak a fajoknak egymásból való fejlődését és fokozatos átalakulását hirdette, hanem a fajok átformálódásának okát is igyekezett adni. Szerinte az állat- és növényfajok átalakulásának és folytonos változásának oka: az alkalmazkodás és a szervek használata vagy nem használata. *Lamarck* származástana azonban feledésbe merült, s teljes ötven évnek kellett elmúlnia, amíg a szükséges bizonyítékok összegyűltek, melyeknek alapján a származástani diadalmasan bevonult a tudomány szentélyébe. A vezér *Darwin Károly* volt, aki a fajok keletkezéséről írt nagy munkájában (1859-ben) kétségbevonhatatlan tapasztalati tények alapján végleg megdöntötte a fajok állandóságáról szóló nézeteket, s kimutatta, hogy a ma élő összes szervezetek vérrokonok és évmilliókra visszanyúló, természetes erők vezérelte fejlődésnek eredményei. Az ő kísérletei és vizsgálódásai szerint a fajok nem állandók, nem merevek, hanem változók és plasztikusak. Tanai értelmében a fajokon mindig jelentkező kis

változásokból fejlődnek az új fajok, melyeknek kialakulása a természetben bámulatos módon hasonlít a mesterséges tenyésztéshez. Tudvalevőleg az állattenyésztők a háziállatok közül azokat a példányokat, amelyeken esetleg hasznosnak ígérkező különleges változások jelentkeznek, gondosan elválasztják a többiektől s kizárólag egymás között engedik kereszteződni; a fejlődő utódokból ismét csak a kívánt irányban változó példányokat válogatják ki, és ha a kiválogatást és elkülönítést ilyen módon nemzedékek során folytatják, egészen új fajhoz jutnak. A természetben a tenyésztő szerepét a létért való küzdelem viszi. A változó egyének sorából csak azok maradnak meg és szaporodnak tovább, amelyeknek változásai hasznosak, vagyis az adott viszonyok között a legmegfelelőbbek. A kezdetben kis változásokból, a természetes kiválogatás hatása folytán, éppen úgy alakulnak ki fokozatosan az új fajok jellemző új bélyegei, mint ahogyan azt háziállatainkon a mesterséges tenyésztésnél látjuk.

Darwin magyarázata alapján egyszerre világossá lett a fajok változatosságának oka. A mesterséges tenyésztéssel való könnyen érthető, világos analógia és a létért való küzdelem megkapó jelszava, mely a természetes tenyésztésnél a tenyésztő szerepét viszi, csakhamar példátlan diadalra vezette *Darwin* tanait. A fajok állandóságát hirdető tan híveinek száma egyre kevesbedett, úgy hogy ma már nincsen számbavehető bűvár, aki a fajok vérrokonságát és egymásból való fejlődését, azaz a szervezetek természetes úton való származását tagadná.

E helyen rá kell mutatnom arra a körülményre, hogy a nagyközönség legszélesebb rétegében még ma is az a nézet van elterjedve, melynek értelmében az evolúció tételei *Darwin*tól származnak és az evolúció egyértelmű a darwinizmussal. Mind a két felfogás hamis, mert az evolúció tana, mint láttuk, olyan régi, mint az okokat fürkésző emberiség, a darwinizmus pedig csak a fajkeletkezés magyarázatának egyik kísérlete, mely az evolúció alapjára támaszkodva, a szervezetek formálódásának *mikéntjét* a természetes kiválogatódással (*selectio*) igyekszik megmagyarázni. Ma már nem mindenkit elégít ki a darwinizmus magyarázata, azonban bárhogyan gondolkodjunk a darwinizmus értékéről és horderejéről, azt el kell ismernünk, hogy ezen tannak sikerült a fajok állandóságát hirdető tant végleg megdönteni, és a fajok természetes úton való származásának nagy eszméjét gondolkodásunk és világnézetünk biztos alapjává szilárdítani.

A fajok állandóságáról szóló tant a legtovább és a legmakacsabb kitarással a teológusok védelmezték. Ma azonban e téren is megváltoztak a nézetek. *Wasmann Erich* jezsuita páternek az egyházi hatóság jóváhagyásával megjelent legújabb könyvében (*Die moderne Biologie u. die Entwicklungstheorie*, Freiburg i. B., 1906, 434. lapon) a következőket olvashatjuk: »..... A szisztematikai fajok törzsfelfordése a legbensőbb kapcsolatban áll a kopernikusi világnézettel. Bolygónk *geológiai fejlődésével* ugyanis együtt járt a *biológiai fejlődés*, mely a palaeontológiában a különböző faunáknak és flóráknak a jelenkorig terjedő egymásutánjában nyer kifejezést; ez az egymásután pedig olyan, hogy magyarázatára a természetről való keresztény felfogás alapelvei teljesen feljogosí-

tanak természetes okok felvételére. Ezért a jelenkor faunáját és flóráját nem fogjuk többé olyan magába zárt, előzőitől teljesen független matematikai nagyságnak tekinteni, melynek létehez elegendő volt egyszerűen a Teremtő mindenhatóságára utalni, hanem a jelenkor növényeit és állatait az őket megelőző természetes fejlődésnek mintegy végső funkcióiul tekintjük, és igyekszünk a természet differenciálszámításának azon elrejtett titkaiba behatolni, amelyek ezen funkciókat létrehozták. És ez a kísérlet, mint azt könyvünkben több példán láttuk, — mondja tovább Wasmann — semmi esetre sem üres, hiábavaló spekuláció, mely csak merész sejtéseken alapszik; ellenkezőleg, a számítás végső eredményei sokszorosan oly meglepő pontossággal egyeznek a módszerkövetelte feltevésekkel, hogy aligha zárkozhatunk el ama meggyőződéstől: íme, a természet ezen nehéz számtani feladatának megoldásánál a helyes úton vagyunk. Minthogy a tények egyazon sorozatának magyarázata céljából alkotott két természettudományi vagy természetfilozófiai feltevés közül azt kell választanunk, amelyik természetes okokkal többet tud megmagyarázni, alig lehetünk kétségben, hogy a fajok állandóságát hirdető tannal szemben teljes joggal az evolúciót részesítsük elsőbbségben.»

Összefoglalva a mondottakat, az evolúció tana azt hirdeti, hogy a most élő állatok mindnyájan vérrokonságban és históriai összefüggésben állanak egymással, továbbá, hogy a felsőbbrendű, bonyolódottabban szervezett élő lények mindig alsóbbrendű, egyszerűbb alkotásúaktól származnak, s ezért a Földünket benépesítő, változatosabbnál változatosabb állatokat szervezetüknek félreismerhetetlen rokonsági köteléke egységes egésszé fűzi. Ha tehát az evolúcióval tisztába akarunk jönni, két kérdésre kell feleletet adnunk: először, melyek azok a tények, melyek az evolúció felvételére kényszerítenek; másodsor, melyek azok a tényezők, amelyek a szervezetek átalakulását okozzák s hogyan jönnek létre az új fajok?

Mindenekelőtt igyekezzünk az első kérdésre felelni, vagyis lássuk azokat a bizonyítékokat, melyek az evolúció felvételének helyességét és szükségességét igazolják. Persze e helyen csak a legkirivóbb mozzanatokra terjeszkedhetünk ki, mert az állattan minden ténye egyértelműleg az evolúció mellett bizonyít.

A rendszertani vizsgálatok arra a tényre irányították a bűvárok figyelmét, hogy némely állatosztályon és renden belül a fajok nagy számban fordulnak elő, míg másokban számuk nagyon korlátolt, sőt némelyikben alig szorítkozik egy-két képviselőre. Ezt a tényt csak úgy magyarázhatjuk, hogy az állatok törzsfájának bizonyos ágai a jelenkorban érték el fejlődésük zenitjét, ellenben mások már a végelágazásnál tartanak. Így a halak osztályában a törzsfajlódásileg legfiatalabb csontos halaknak ma is tízezernél több fajtát ismerjük, ellenben a régibb eredetű őshalakat 300, a zománcos halakat 50, a még ősbibb lándzsa-halakat pedig csak 10 faj képviseli. A hüllők és madarak közös kiindulásául szolgáló *Sauropsidiák* törzsében a kimutathatólag legfiatalabb ágak, nevezetesen a gyíkok, kígyók és főleg a madarak, fajokban a leggazdagabbak, ellenben a régebbiek, pl. a krokodilusok virágzási kora már letűnt; a ma élő krokodilusok fajszáma nagyon csekély és a legősibb hidas gyíkok (*Rhynchocephalia*) sorából pedig már csak az egyetlen *Hatteria* maradt reánk. Ez a törvényszerűség

azután a kisebb csoportokon belül is érvényesül. Pl. a madarak osztályában ismét a legfiatalabb hajtások, nevezetesen az éneklők (*Oscines*) mutatják a legnagyobb fajszaomot, ellenben a régibb hajtások (futó madarak) alig egy-két levélre szorítkoznak.

A ránk maradt ódonszabású ősi fajok gyakran nagyon fontosak az evolúció bizonyítása szempontjából, mert sok esetben olyan jellemvonásokat egyesítenek magukban, amelyek egyébként két, teljesen elkülönült állatcsoportra jellemzők. Így pl. a *Mesozoák* az egysejtűek és a soksejtűek, a *Balanoglossus* a férgek és a tüskésbőrűek, a *Peripatus* a gyűrűsférgek és az ízeltlábúak, a *páros idegűek* (*Amphineura*) a férgek és a lágytestűek, a *zsákállatok* (*Tunicata*) és a *lándzsahalak* (*Amphioxus*) a férgek és a gerinces állatok, a *farkatlan kétéltűek* (*Urodela*) a halak és a kétéltűek, a *lábatlan kétéltűek* (*Gymnophiona*) a kétéltűek és a hüllők, a *csőrös emlősök* (*Monotrema*) a hüllők és az emlősök jellemvonásait egyesítik testükben, nyilván azért, mert ezeknek közös őseitől származtak.

A legtöbb fajnak *helyi változatai* vannak, melyeket a zoológusok, az eltérés foka szerint, majd alfajoknak, majd fajtáknak tartanak. A kínálkozó sok példa közül csupán egyet ragadunk ki. Az oroszslánnak Grevé szerint öt helyi változata van, nevezetesen : a *berber oroszslán* (*Leo barbarus*) az Atlasz-melléki országokban, a *senegáli oroszslán* (*Leo senegalensis*) Szenegambiában, a *jókföldi oroszslán* (*Leo capensis*) a Fokföldön, a *perzsa oroszslán* (*Leo persicus*) Perzsiában, Afganisztánban és az Eufrát mellékén, végül a *gudzsarati oroszslán* (*Leo guzeratensis*) Elő-Indiában a Gudzsarati félszigeten és Arábia partvidékén. Már most, ha a fajok állandóságát fogadnók el, kénytelenek volnánk feltenni, hogy ez az öt fajta oroszslán kezdettől fogva az illető vidéken külön teremtés útján keletkezett.

Problémánk még erősebb megvilágítása szempontjából talán nem lesz érdektelen annak a felemlítése, hogy Matschie vizsgálatai szerint az oroszslán a tigrissel sokkal közelebbi rokonságban áll, mint azt mostanáig gondoltuk ; szerinte az oroszslán és a tigris egyazon fajnak két különböző helyi változata. Míg az oroszslán Afrikában, Arábiában, Dél-Perzsiában, az Eufrát felső folyamvidékén és Elő-Indiában él, addig az indiai sivatagtól kezdve keletre és északfelé a tigris foglalja el a helyet. A tigris és az oroszslán megegyezőségét a bűvárok azért nem ismerték fel mostanáig, mert mindig tropikus délázsiai tigrist hasonlítottak össze szomáli és berber oroszslánnal. Ha azonban a tigrisnek a Dél-Perzsiában élő *virgata* nevű változatát hasonlítjuk össze a gudzsarati oroszslánnal, csodálattal tapasztaljuk e két állatfajnak olyan fajtajú megegyezőségét, hogy az oroszslánt és tigrist csakugyan hajlandók vagyunk egy faj két különböző változatának tartani. Ezt a feltevést még jobban megszilárdítja a következő két körülmény : 1. hogy a tigris és az oroszslán egymás közt korszakokat is tud nemzeni, melyeket Fitzinger *Felis tigris hybrida* néven vezetett be a tudományba és 2. hogy a diluviumban élt barlangi oroszslán (*Felis spelaea*) oroszslán és tigris-jellemvonásokat egyesített magában, úgy hogy egyes bűvárok oroszslánnak, mások pedig tigrisnek tartják.

Hogy a fajok mennyire nem állandók, legjobban bizonyítja az a körülmény, hogy nem tudjuk a faj fogalmát élesen meghatározni. A testi jellemvonások nem lehetnek döntő érvényűek, mert sok állaton egy faj keretén belül

is oly nagy változásokat találunk, hogy más állatnál hasonló változások alapján teljes joggal külön új fajokat, sőt új nemeket és családokat különböztetnek meg a bűvárok. A galamboknál a kormánytollak száma rendszeren 12—14, a pávagalamboknál azonban 30—42-re emelkedett; más galambváltozatoknál a csőr és a lábak nagysága változott meg tetemesen a testhez képest, sőt a testnek leg-

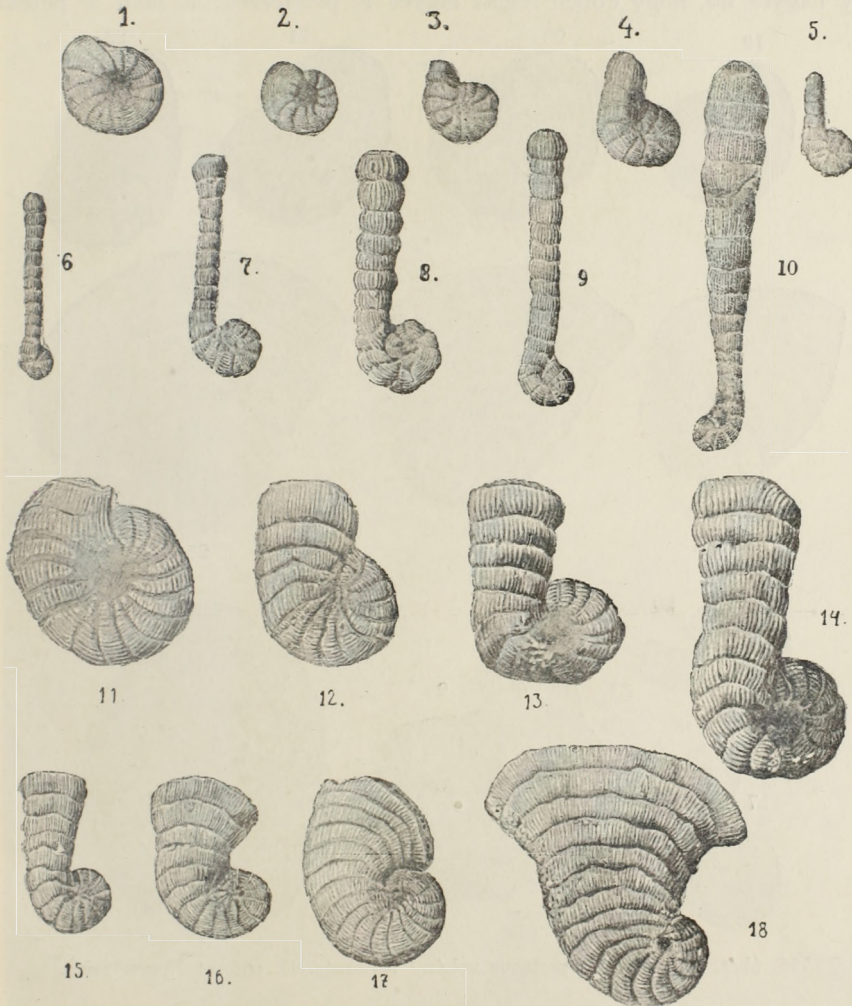


796. ábra. A szirti galamb és házi galamb-rasszok. 1. Golyvás galamb. 2. Pávagalamb. 3. Szirti galamb. 4. Postagalamb. 5. Sirálykalamb. 6. Parókás galamb.

állandóbb része, a váz is nagy változásokat mutathat, így pl. a postagalamb összes csigolyáinak száma 38, a golyvás galamboké 43, a keresztcsigolyák száma pedig 11—14 között variál (796. ábra).

Az alsóbbrendű állatok sorában a fajok variálása olyan nagyfokú, hogy soknál fajokat már egyáltalában nem is lehet megkülönböztetni, hanem csak formaköröket. *Dreyer Frigyes* jenai tanár a *Peneroplis pertusus* nevű véglény-

nek 25 ezer példányát vizsgálta meg, s oly sok és egymástól eltérő alakot észlelt, hogy a különbségek alapján bátran és teljes joggal 200 új fajt különböztethetett volna meg, azonban ezeket a különböző alakokat átmeneti formák kapcsolták össze. A *Peneroplis* formakörében számos olyan alak van, mely nemcsak más fajok, hanem más nemek, sőt más családok jellemvonásait egyesíti

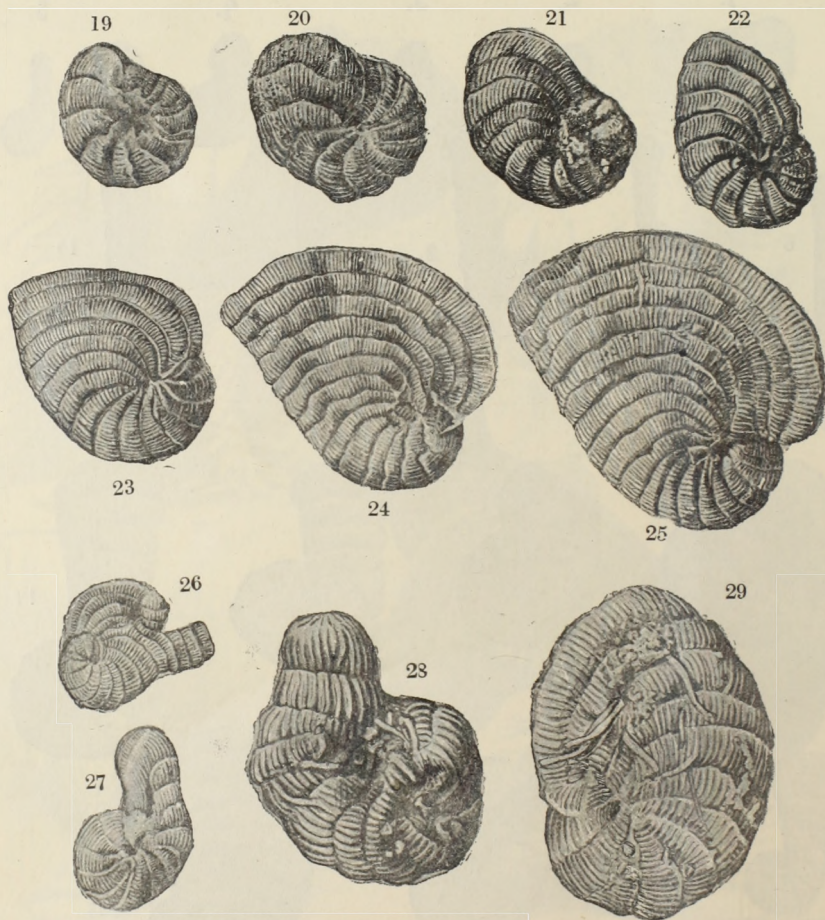


797. ábra. A *Peneroplis pertusus* néhány változata. I. sorozat. Dreyer rajza.

magában. Dreyer például olyan *Peneroplis*-példányokat is észlelt, melyek mind-egyikében hat faj jellemvonásai egyesülnek. Ábráink (797. és 798. ábra) a *Peneroplis* variálásának néhány főbb irányát érzékítik.

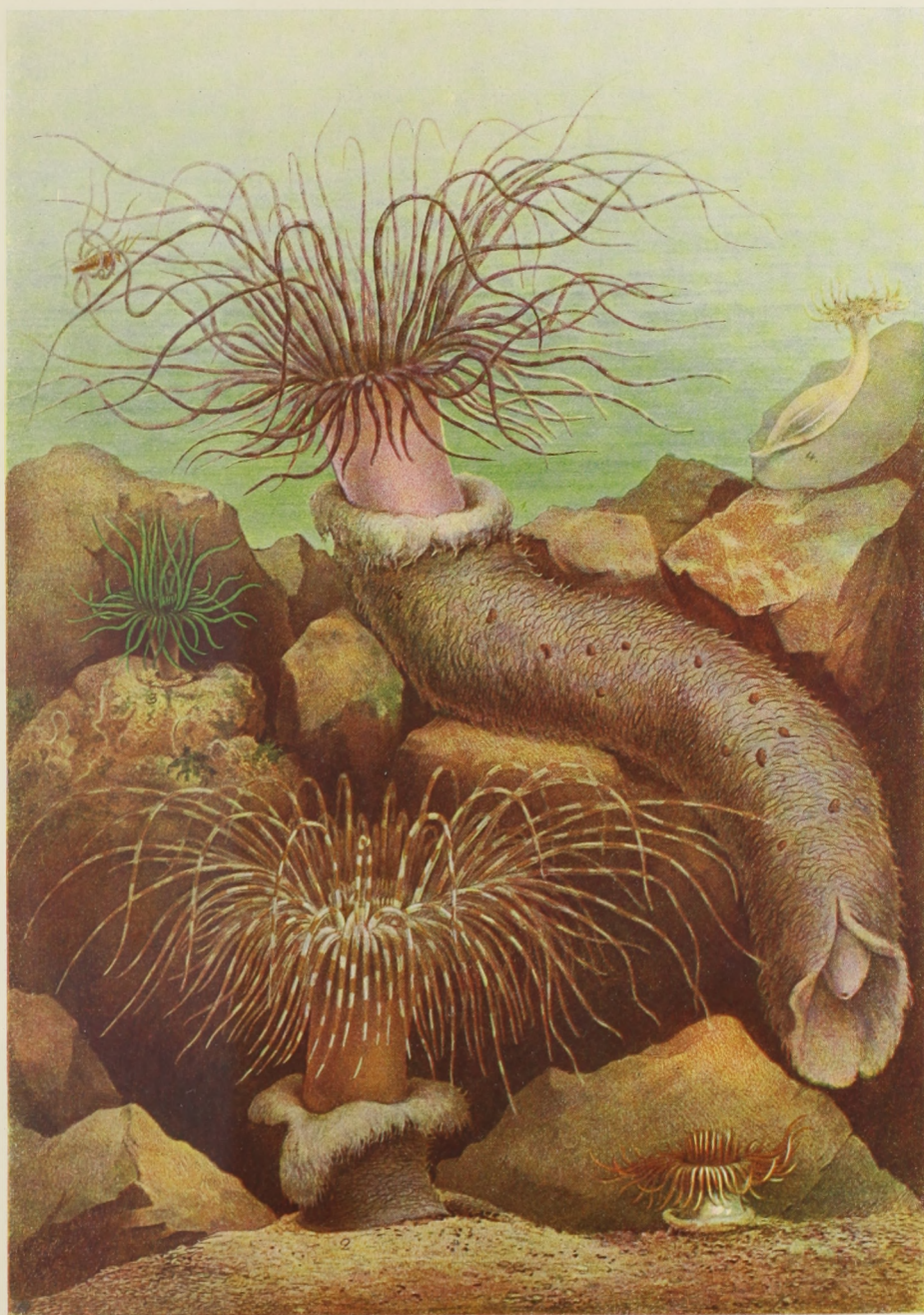
A fajok testi jellemvonásainak éles megállapítását az is megnehezíti, hogy a nemek között is olykor óriási különbségek vannak; ezek a különbségek azonban minden kétséget kizáró módon igazolják az állatok változékonyságát és

evolúcióját, mert a két nem eltérő alakjai magától értetődőleg csak kezdetben egyenlő formákból fejlődhettek ki idők folyamán. A kerekeshérgéknél a hím törpe, bél nélküli (741. ábra); a *Bonellia viridis* hímje mikroszkópos kicsiségű és a nőtény nemi szerveiben élösködik (648. ábra); a *Sphaerularia bombi* nevű féreg nőténye parazita-életmódot folytat, hüvelye testéből kitüremlik, s oly nagyra nő, hogy ebben foglal helyet a petefészek, a méh a petékkel



798. ábra. A *Pteropoda pertusus* néhány változata. II. sorozat. Dreyer rajza.

és a bél; kifejlődött állapotban a test ennek az óriási módon megnőtt hüvelynek csupán jelentéktelen függeléke (799. ábra). Bizonyos rákoknál a nemek közti különbségek oly nagyok, hogyha a közöttük levő nembeli viszonyt nem ismernek, külön családokba osztanók a két nem képviselőit. Ilyenek pl. a *Chondracanthus gibbosus*, *Portunium Maenadis* és *Lernaea branchialis* nevű rákok (800—802. ábrák). Érdekes ebben a tekintetben a *Tanais dubius* nevű ráknak kétféle hímje. Ennek a ráknak ugyanis kétféle, egymástól eltérő hímje van; az egyik fajtájú hímnek az ollója (803. ábra, A) ugyanolyan kicsi,



Az Allenacum r.-l. nyomása.

A TENGHERFENÉK ÁLLATVILÁGA.

A *Cerianthus membranaceus* nevű aktínia és variétásai.

Angelo Andres rajza.



mint a nőtényé, de a tapogatóján levő szaglószőrök (803. ábra, *B*) feltűnő módon fejlettek, ellenben a másik fajtájú hímnek az ollója nagyon erős (803. ábra, *C*), szaglószőrei és tapogatója azonban csenevész; ennek megfelelőleg az első fajtájú hímek a nőtényt már nagy távolságból is megérezhetik, a másik fajtájú hímeknek pedig jobb kapaszkodó szerveik révén

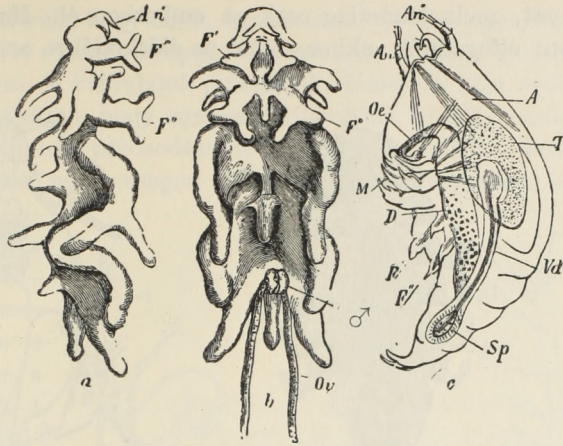
van több kilátásuk a közösülésre. A kétféle hímek keletkezése csak az evolúció feltételezése mellett ért-

hető. Sok lepkének is többféle hím-, illetve nőtényalakja van. A *Papilio Memnon*nak pl. kétféle nőténye van (804. ábra), melyeknek egyikét *Papilio Protenor* néven vezették be a tudományba. Egy más lepkének (*Papilio Merope*) tizenháromféle nőtényalakja ismeretes.

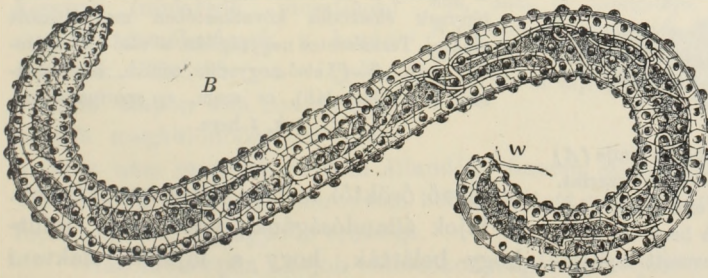
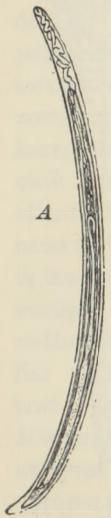
Az államalkotó állatok (pl. termeszek, hangyák, méhek) sokalakúsága (lásd a 476—480. oldalon) szintén megnehezíti a fajok alaktani körülhatárolását, de nagyban védi az evolúció igazát.

Az élősködő állatok származását hasonlóképpen csak az evolúció alapján tudjuk megérteni. Máskülönb fel kellene tennünk, hogy

a faj legelső »teremtett« alakjában már a »teremtés pillanatában« benne voltak a fajra jellemző összes nagyszámú élősködő állatok is. Az emberben és az emberen körülbelül 130-féle élősködőt észleltek, közte sok

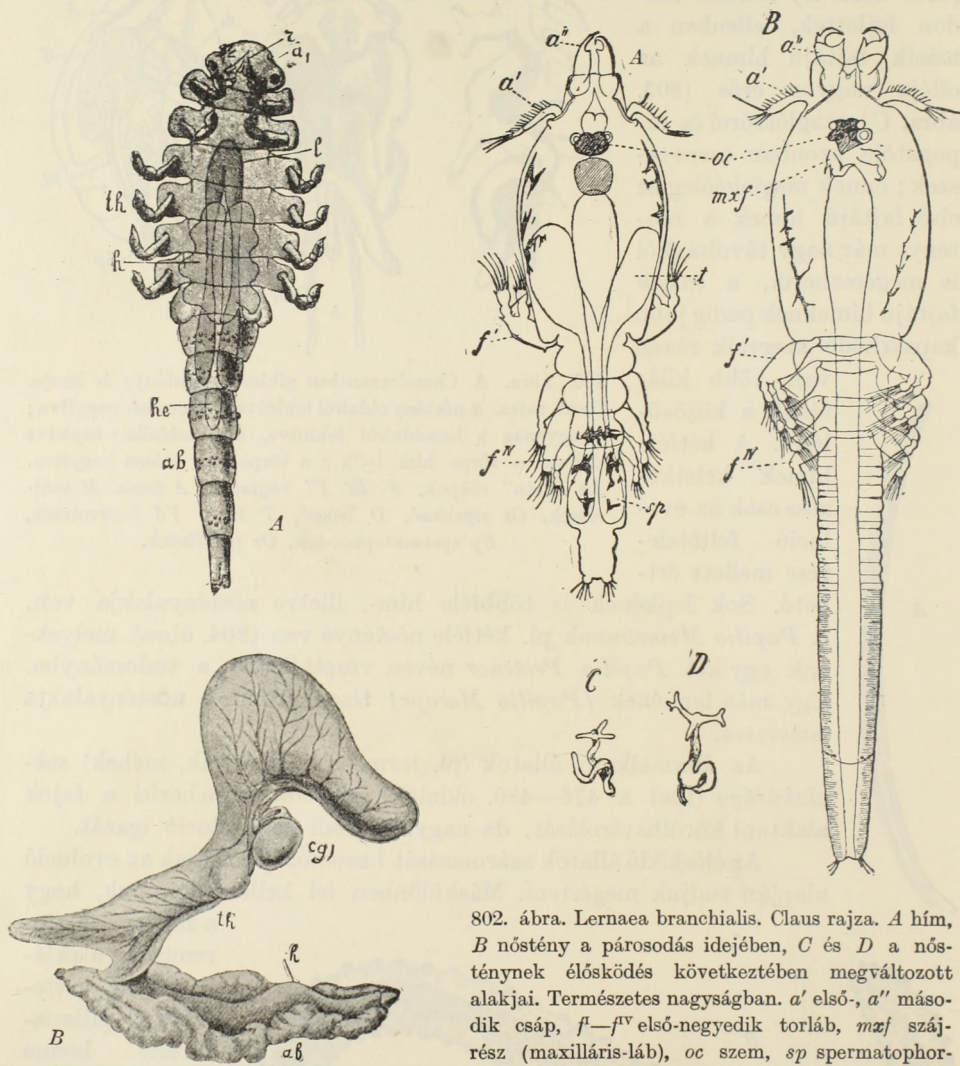


800. ábra. A *Chondracanthus gibbosus* nőténye és hímje. Claus rajza. *a* nőtény oldalról tekintve, 6-szorosan nagyítva; *b* ugyanaz a hasoldalról tekintve, a hasoldalhoz tapadva látható a törpe hím (♂); *c* a törpe hím erősen nagyítva. *An'* és *An''* csápok, *F'* és *F''* végtagok, *A* szem, *M* szájrészek, *Oe* nyelősó, *D* bélsó, *T* here, *Vd* herevezeték, *Sp* spermatophor-tok, *Ov* petefészkek.



799. ábra. *Sphaerularia bombi* hímje (*A*) és nőténye (*B*). *W* a nőtény teste, mely az erősen megnövekedett és kitüremlett S-alakú hüvelynek mintegy függeléke; ebben az óriásra megnőtt hüvelyben nemcsak az ivarszervek, hanem azonkívül a bél is helyet foglal. Leuckart rajza.

olyat, mely kizárólag csak az emberben él. Ha a fajok állandóságáról szóló tant elfogadjuk, akkor ezeket az élősködőket az első emberben már eredettől



801. ábra. Portunio Maenadis hímje (A) és nősténye (B). Giard-Bonnier szerint. *r* ormány (rostrum), *a* első csáp, *l* középbéli mirigy, *th* tor, *h* here, *he* szív. *ab* potroh, *cg* fej (úgynevezett cephalogaster).

802. ábra. Lernaea branchialis. Claus rajza. A hím, B nőstény a párosodás idejében, C és D a nősténynek élősködés következtében megváltozott alakjai. Természetes nagyságban. *a'* első-, *a''* második csáp, *f'*—*f''* első-negyedik torláb, *mx* száj-rész (maxilláris-láb), *oc* szem, *sp* spermatophorok, *t* here.

meglevő ősöktől kellene leszármaztatnunk. A fajok állandóságának védelmezői, mint-hogy belátták, hogy a fajokat alaktani alapon nem lehet élesen körülhatárolni, megpróbálták a fajokat élettani alapon meg-

határozni. Meghatározásuk értelmében csak azok az egyének tartoznak egy fajhoz, melyek egymással párosodva utódokat hozhatnak létre. De ez sem

bizonyult biztos alapnak. Kiderült, hogy több, úgynevezett »jó« faj egymással keresztezhető, pl. szamár és ló, róka és kutya, szarvasmarha és zebu, oroszlán és tigris, lúd és hatyú, kanári és különböző pintyfajok, fácán és házi tyúk; sőt a vizsgálatok azt is kiderítették, hogy nemcsak különböző fajokba, hanem különböző nemekbe tartozó állatok párosodása is új utódok fejlődésére vezet, pl. az *Echinus microtuberculatus* nevű tengeri sün petéjét eredményesen termékenyítheti meg a *Strongylocentrotus lividus* nevű, egészen más nembe tartozó tengeri sün. — Hasonlóképpen ismerünk korcsokat a juh és a kecske, a kutya és a sakál, a kutya és a farkas, a béka és a göte, a ponty és a kárász csirasejtjeinek párosításából. A korcsok egy része (pl. öszvér) terméketlen, más fajok párosodásából származó korcsok termékenysége ellenben még fokozottabb, pl. a vad- és házi nyúl kereszteződéséből előállott korcsok nagyon szaporák. Ezzel ellentétben közel rokon, sőt egyazon fajba tartozó egyének között is meddő lehet a házasság. Pl. az európai tengeri malac nem párosodhatik eredményesen a braziliai fajtával, amelyből származott; az Európából Paraguayba áttelepített házi macska utódai annyira megváltoztak, hogy az európai macskával már nem párosíthatók eredménnyel. Az emberi korcsok (mulattok, meszticek) szintén terméketlenek s korán elhalnak. Szóval: a fajokat élettani alapon sem tudjuk egymástól megkülönböztetni, mert a fajok nem merevek és nem állandók, hanem ellenkezőleg plasztikusak és változók; a fajoknak sokszorosán bebizonyított változékonysága pedig az evolúció tanának legnagyobb erőssége.

Hasonlóképpen a fajok változékonyságát igazolják a kísérleti biológiának eredményei. *Standfuss* zürichi zoológus a hőnek hatását vizsgálta körülbelül 42.000 pillangón és észleletei alapján nyilvánvalóvá tette, hogy a fejlődő pillangóknál alkalmas hőfok hatása már egymagában is olyan változásokat idézhet elő, melyek a természetben más éghajlatú vidékek lepkéin észlelhetők. A kis

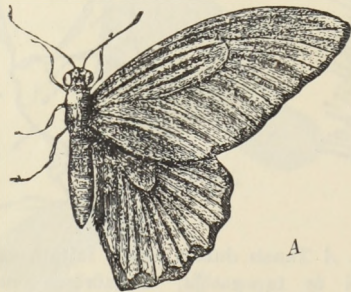


803. ábra. A *Tanais dubius* egyik fajtájú hímjének feje, ollói és tapogatója, 25-szörösen nagyítva. B ugyanennek tapogatója és szaglósózei, 90-szeresen nagyítva. C *Tanais dubius* másik fajtájú hímjének feje, ollói és tapogatója, 90-szeresen nagyítva. Fritz Müller rajza.

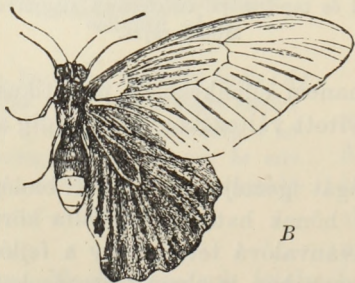
rókalepkének (*Vanessa urticae*) Svájcban gyűjtött bábjaiból, melyeket Standfuss körülbelül 4—6 C° meleg jégszekrényben tartott, olyan pillangóalakok (var. *polaris*) fejlődtek, melyek a Lappok földjén és az ezzel szomszédos északi vidékeken honosak. Ugyanezen fajnak más bábjaiból, melyekre állandóan 37—39 C° meleg hatott, a Korszika és Szardínia szigeten tartózkodó színpompás *ichnusa* nevű változatok feslettek ki. Három-négy egymásután következő napon 42—45 C° melegnek naponként két órai hatására Standfuss az *ichnusoides* nevű változatot kapta. A *fecskefarkú pillangó* (*Papilio Machaon*) bábjaiból olyan változatot sikerült nevelnie, melynek hasonmása július és augusztus hónapban Szíriában szokott repkedni; a *nagy rókalepke* (*Vanessa polychloros*) bábjaiból pedig a nagyon ritka *testudo* névvel jelzett varietást nyerte mesterséges beavatkozás után. Azonkívül Standfuss számtalan, részben egészen új, soha sehol meg nem figyelt változatokat és eltéréseket észlelt, melyek azonban — minden valószínűség szerint — esetlegesen, a szabad természetben is előfordulhatnak. A hőmérséklet változásának hatása alatt szerzett tulajdonságok átöröklhetőségére nézve is nevezetes kísérleteket tett Standfuss. A *kis rókalepkének* (*Vanessa urticae*) mesterségesen nevelt, *polaris* nevű változatából 32 hím és 10 nőstény példányt üvegbe zárt, úgy hogy azok ott párosodhattak. Nyolc párosodás sikerrel járt; az ezek eredményeként fejlődő hernyókat és bábokat normális hőmérséklet mellett nevelte tovább. Hét párosodásból tisztán olyan lepkéket kapott, melyek az eredeti alakra, vagyis a *kis rókalepkére* ütöttek vissza; a nyolcadiknál azonban — melynél a nőstény különösen erősen kifejezett eltérést mutatott —

48 utód közül négy lepke a *polaris* nevű változatnak jellemvonásait hordta magán.

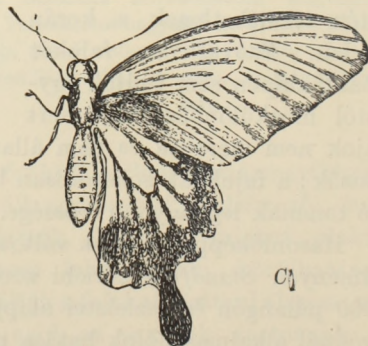
Schmankewitsch a sós vizekben élő *Artemia salina* nevű rákot fokozatosan kisebb töménységű sós vízbe tette át, s azt tapasztalta, hogy belőle oly változatok keletkeztek, melyek jellemvonásaikban az édes vizekben élő *Branchipus* nevű rákhoz közeledtek.



A



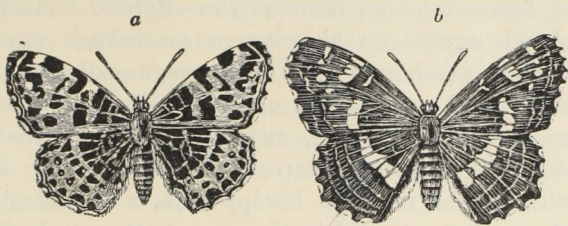
B



C

804. ábra. A *Papilio Memnon* hímje (A) és kétféle nősténye (B és C)

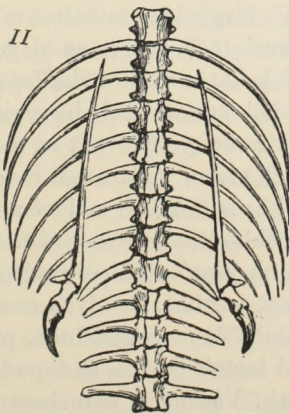
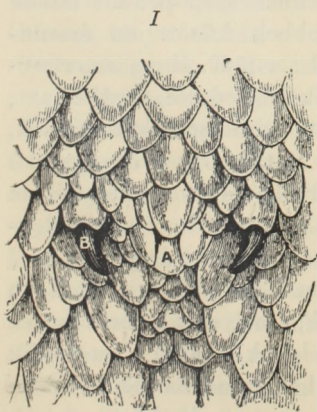
Amikor pedig az *Artemia salinát* nagyobb töménységű sós vízben tenyésztette, utódai hovatovább az *Artemia milhauseni* nevű faj jellemvonásait öltötték magukra. *De Vries* pedig új elemi fajokat termesztett kertjében. Ő ugyanis az *Oenothera Lamarckiana* nevű növény magvait nagy mennyiségben vetette el, melyekből szemeláttára évenként új, mostanáig ismeretlen formák (*Oe. scintillans*, *Oe. lata*, *Oe. nanella*, *Oe. rubrinervis*, *Oe. gigas*, *Oe. albida*, *Oe. oblonga* stb.) keletkeztek, melyek mindenben az elemi fajok jellemző tulajdonságait viselték magukon.



805. ábra. *Araschnia* (*Vanessa*) *levana* tavaszi (*a*) és nyári alakja (*b*); ez utóbbi alakot *Araschnia prorsa* névvel szokás jelölni. Weismann rajza.

Számos kísérletünk és vizsgálatunk van arra nézve, hogy minden szervezet nagy mértékben plasztikus és hogy normális, vagyis az illető fajra jellemző alakját csak akkor veszi fel, ha normális körülmények között nő fel, ellenben többé-kevésbé rögtön megváltozik, mihelyest más, meg nem szokott körülmények közé jut. Sok fajnak kora tavasszal fejlődött példányai lényegesen különböznek a nyáron fejlődöttétől (805. ábra).

Világosság és sötétség, hideg és meleg, nedvesség és szárazság, táplálék és hely, a szervek használása és nem használása minden szervezetre hat és azt befolyásolja, úgy hogy minden állat két tényező: az *átöröklés* és a *környezet* hatásának eredménye. A szervezetek plaszticitása szépen nyilvánul háziállatainkon és kultivált növényeinken. Hogy az embernek természetes eszközökkel aránylag rövid idő alatt mily bámulatos eredményeket sikerült elérni, elég a baromfi- és kertészeti kiállításokra hivatkoznunk. Itt szemmel látható



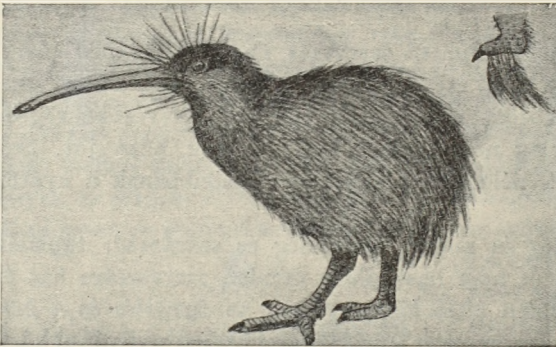
806. ábra. Az óriáskígyó (*Python*) csenevész hátsó végtagja, ahogy ez az élő állaton (*I*) és a csontvázon (*II*) látható. *A* végbél-nyílás, *B* csenevész hátsó végtag. Romanes rajza.

bizonyítékát találjuk annak, hogy az állatok és a növények mily nagy mértékben tudnak megváltozni és egyúttal ezek alapján természetesnek és könnyen elfogadható állításnak tűnik fel a következő okoskodás. Minthogy oly régóta van élet földünkön, s ez alatt a mérhetetlenül hosszú idő alatt a tenger és szárazföld elosztása, a klíma, a létföltételek folytono-

san változtak, a geológiai idők folyamán a szervezeteknek is szükségképpen meg kellett változniuk.

Még nyomósabb érvekkel bizonyítja az evolúciót az *összehasonlító anatómia*.

Az összehasonlító anatómia megállapította, hogy egy állatkörön belül az összes fajokon, bármennyire eltérnek is azok a részletekben, a szervezethez ugyanazon alapelve, a szerveknek ugyanazon elrendezése uralkodik. Például minden rovarról előre megmondhatja a bűvár oly biztonsággal, mint amilyen a csillagász előre megállapítja a nap- és holdfogyatkozás idejét, hogy teste ízekből áll, melyek mindegyike eredetileg páros ízelt végtagokkal van ellátva, hogy gerincoszlopa nincs s hogy bélcsöve fölött foglal helyet a vérkeringési rendszer középpontja, a hátedény s alatta a dúcokból összetett idegrendszer, továbbá előre meg tudja mondani, hogy testének ízei három testtájjra : fejre, torra és potrohra különülnek, hogy hat lába van s hogy tracheákkal



807. ábra. Kivi. A jobb sarokban fenn csökevényes szárnya látható. Darwin rajza nyomán.

lélezkik. Azonkívül még sok egyéb szervezeti sajátosságot is elő tud sorolni, anélkül, hogy az állatot megvizsgálná. Ezt nem lehet másképpen magyarázni, mint úgy, hogy az egyenlő, vagy hasonló szervezethez közös őstől származó örökség.

Az összehasonlító anatómia emellett minden állatkörre nézve kimutatta, hogy az ide tartozó különböző fajok az egyértékű szervek differenciálódásának és tökéletesedésének fokozatos haladását tárják elénk.

Ennek szép példáit láttuk az állatok szervezetének tárgyalása alkalmával többek között az érrendszer (523. lap), az érzékszervek (554. lap) és az idegrendszer (569. ábra) ismertetésénél. A szerveknek ezt a fokozatos elkülönülését, tökéletesedését, továbbá azt, hogy az egyszerű szervekből hovatovább bonyolódott szerkezetűek fejlődnek, melyek azonban bármennyire bonyolódottak is, mégis mindig bizonyos egyszerű alapberendezésre vezethetők vissza, csak azzal magyarázhatjuk meg, hogy ez az alapberendezés örökség a közös őstől, melyet a leszármazottak a létfeltételeknek megfelelő módon továbbfejlesztettek. Számos szervre nézve nagyon szépen kimutatható, hogy nagyságuk és erősségük oly mértékben fokozódik, mint amilyen intenzitásban használja őket az állat. Az olyan csontok, amelyekre a test súlya nehezedik, erősen növekednek és megerősödnek, pl. a lovak lábánál a harmadik ujj ; a nagy munkát végző izmok eredési és tapadási helyén a csontok felületén lécek, tarajok fejlődnek stb. Viszont a nem használt vagy az életkörülmények megváltozása folytán fölöslegessé vált szervek gyöngülnek, kisebbednek, elsatnyulnak, sőt csökevényesekké válnak. Ilyen *csenevész szervek* pl. az emberben a vakbél, féregnyúlvány, fülizmok, pislogó hártya, magzatkori szőrruha. Ilyen

továbbá az óriáskígyó csökevényes hátsó lába (806. ábra), a kivi szárnya (807. ábra), a sötétben élő állatok szeme, az élősködő állatok bele stb.

A csenevész szervek a fajok változékonyságának és evolúciójának legkirívóbb bizonyítékai, melyeknek léte és keletkezése csakis az evolúcióval magyarázható meg kielégítő módon. A fajok evolúciója alapján egészen természetesnek találjuk, hogy a közös őstől származó állatfajoknak bizonyos szervei az életkörülményeknek esetleges megváltozása következtében szükségképpen háttérbe szorultak, mások pedig a faj fennmaradása szempontjából nagyobb jelentőségre tettek szert. A háttérbe szorult szervek fokozatosan visszafejlődnek, a szervezetben semmiféle funkciót nem teljesítenek s csak mintegy arra valók, hogy megbízható felvilágosítást nyújtsanak az illető állat származásáról és multjáról.

Az előbbieket alapján könnyen érthető a szervek működésváltásának jelenségei is, melyek az állatvilágban nem tartoznak a ritkaságok közé. A pingvinek szárnya (808. ábra), a fókák mellső végtagja úszólapáttá módosult, bizonyos halak (tüdős halak) úszóhólyagja tüdővé alakult át. A működésváltásnak legjobb példái azonban a rákok végtagjai, melyek eredetileg mindannyian helyváltoztatásra szolgálnak, hovatovább azonban fokozatosan szájszervekké, érzékszervekké, védő-, támadó-, lélekző- és közösülő-szervekre tagozódnak. A működésváltás szintén ellenmond a fajok állandóságának és a fajok evolúcióját igazolja.

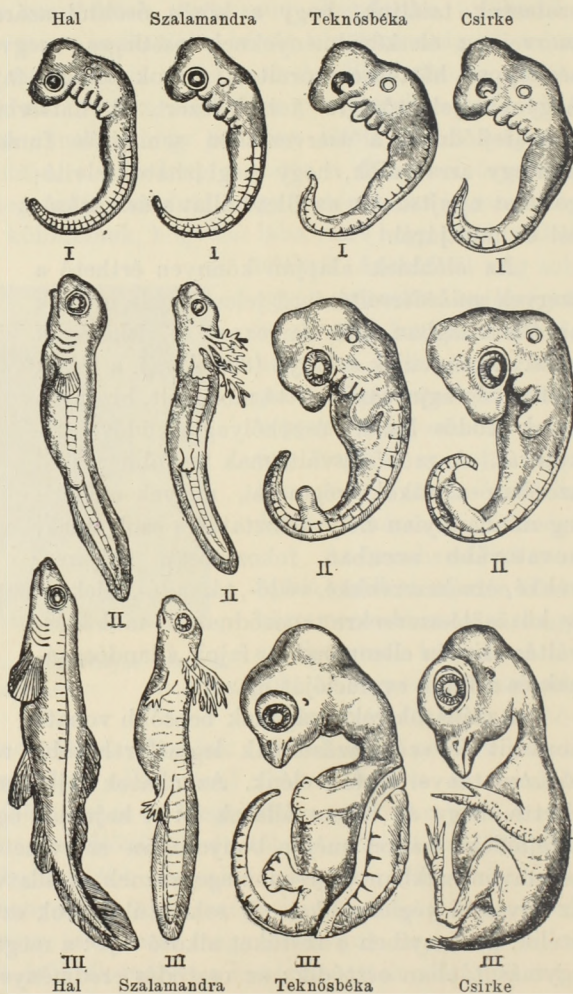


808. ábra. Pingvin.

Az állatok rokonságának bensőbb vonatkozásait és származásuknak legmélyrehatóbb részleteit az összehasonlító fejlődéstan tényei tárták elénk. Az állatok fejlődésének gondos vizsgálata kiderítette, hogy az összes állatok létük hajnalán egyetlen sejtből állanak. Ezen a fejlődési szakon még a bonyolultan szervezett soksejtű állatok is lényeges jellemvonásaikban teljesen megegyeznek az állatvilág legalsóbbrendű lényeivel, az egysejtű véglényekkel. A soksejtű állatok ezt a fejlődési szakaszt gyorsan átélik, amennyiben a testüket alkotó sejt : a megtermékenyített petesejt, gyors egymásutánban osztódik ; az osztódás eredménye mindenütt szederalakú csira (morula), melyből csakhamar hólyagalakú csira (blastula) s ebből bélszira (gastrula) fejlődik. A most felsorolt fejlődési szakok az összes soksejtű állatok fejlődésénél megtalálhatók, de csak a tömlősök (*Coelenterata*) maradnak meg állandóan a bélszira-szakon, a többi állatok pedig, bár a részletekben különböző módon, de mégis mindig olyképpen fejlődnek tovább, hogy a fejlődés menete az egyes rendszertani csoportokon belül félreismerhetetlen megegyezőségeket árul el. Ez a fejlődésbeli megegyezőség és az a tény, hogy az összes soksejtű állatok teste kivétel nélkül a bélszira csiraleveleiből formálódik, az állatvilág egységének és az összes állatok vérrokonságának a legfényesebb bizonyítéka.

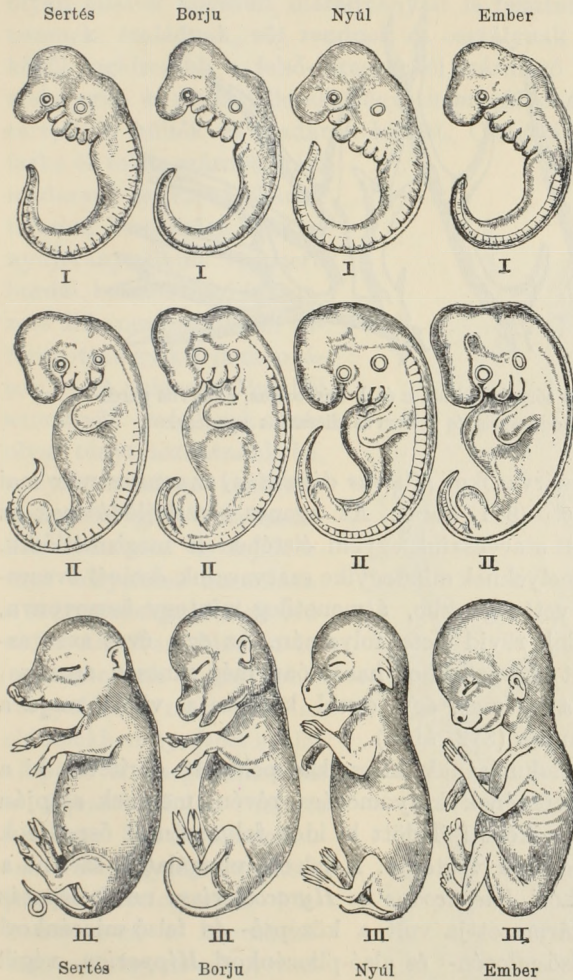
Bármilyen legyen is részleteiben az egyes állatok fejlődése, egy fejlődésbeli törvényszerűség mégis mindig homloktérbe tolul. Ezt a törvényszerűséget röviden úgy fejezhetjük ki, hogy minden állat teste fejlődése folyamán átesik azokon a főbb szerveződési fokozatokon, melyek a nálánál alsóbbrendű állatokon vagy a hozzá rokon törzsnek ősi módon szervezett képviselőin állandóan megvannak. Például az összes emlősállat-fajok fejlődése alkalmával megtaláljuk azokat a fejlődési szakokat, amelyeken testük, a szervezetség velejét tekintve, egymásután a vég-lények, a tömlősök, a férgek és az alsóbbrendű gerinces állatok sajátságait tükröz-teti vissza. Sőt az emlős-állatok egyes szervei is át-esnek a szervezetségnek azon alacsonyabb fokain, amelyek a náluknál alsóbbrendű gerinces állatok hasonló szervein állandóan megmaradnak. Az állatok fejlődésének ezt az általános törvényszerűségét már *Oken* is világosan látta, de valódi nagy jelentőségét csak *Haeckel Ernő*, a híres jenai professzor, ismerte fel, aki ezt a törvényt azután rövidesen akként fejezte ki, hogy az *egyén fejlődése nem egyéb, mint a törzs fejlődés-menetének gyors és rövidített ismétlődése*.

Ezen törvény alapján, mely a fajok evolúciójáról szóló tannak amúgy is be-vehetetlen várát újabb bástyával erősíti, könnyen megmagyarázható az emlősállatok fejlődésének az a furcsasága, hogy bizonyos fejlődési szakon kopolyúívek és kopolyúrások vannak, noha kopolyúkkal sohasem lélekenek, továbbá, hogy szívük, érrendszerük, veséjük, középponti idegrendszerük kezdetben a halakéhoz hasonló. E furcsaság-számba menő jelenségnek oka az az ősi, vérbeli rokonság, mely egykor az



809. ábra. Néhány gerinces állat (hal, szalamandra, teknősbéka, csirke) embriói, három egymásra következő (I—III) fejlődési fokon. Haeckel Ernő rajza.

emlősállatok őseit a halakhoz fűzte (809. és 810. ábra). Ha a közvetlenül megfigyelhető rendszertani, összehasonlító anatómiai és fejlődéstani tényekre épített származástannak igaza van, vagyis ha igaz, hogy a ma élő fajok vérrokonok és idők folyamán egymásból állottak elő, akkor a palaeontológiának is igazolni kell ezt a tételt. S a palaeontológia valóban megerősítette a származástani állításait.



810. ábra. Néhány gerinces állat (sertés, borju, nyúl és ember) embriói, három egymásra következő (I–III) fejlődési fokon. Haeckel Ernő rajza.

A palaeontológiai vizsgálatokból első sorban az a nevezetes tény derült ki, hogy a különböző geológiai korszakokban különböző faunák népesítették földünket, melyek azonban nem hirtelenül mentek át egymásba, hanem fokozatosan, nevezetesen olyképpen, hogy a szervezetek tökéletesedése rétegről rétegre fokozódott. A kambriumban csak gerinctelen állatokról ad számot a palaeontológia, a szilurban megjelennek a porcos halak, majd a devonban a tüdős halak; a karbonban bukkannak fel a kétéltűek, melyeket a permben hatalmas termetű csúszómászók, majd a triászban az alsóbbrendű emlősök megjelenése követ, végül a magasabbrendű emlősök faja az eocénben, az ember pedig valószínűleg a miocénben lépett az élet küzdőterére. Az állatélet földünkön tehát az egyszerűből, a kevésbé tökéletesből indult ki, s a későbbi geológiai korszakok során egyre tökéletesebb szervezetek alakjában jelent meg.

De a palaeontológia régibb rétegekről ifjabb rétegekre menve, nemcsak a szervezeteknek általános tökéletesedését mutatta ki, hanem egyúttal rétegről rétegre haladva, kinyomozta, miként fejlődnek egyszerű szervekből fokozatosan egyre bonyolódottabb szervek, s miként fejlődnek fokozatos redukció révén bizonyos irányban megváltozott szervek. A bonyolódott szervek fokozatos

kialakulására jó példa a szarvasok agancsának fejlődése. A palaeontológiai vizsgálatok szerint az agancsképződés a középső miocén-korban kezdődött, ekkor ugyanis egyszerű nyársas és villás agancsot viselő fajok (*Dicroceras*) jelentek meg; ezeket a pliocénben olyan szarvasok (*Cervus pardinensis* és *Cervus issiodorensis*) követték, melyeknek rövid rózsatövük s ezen 2—3 ágú agancsuk volt,



811. ábra. A szarvas-agancs törzsfejlődése. *a* és *b* *Dicroceras*, *c* *Cervus pardinensis*, *d* *Cervus issiodorensis* és *e* *Cervus dicranus* agancsa.

végül a pleisztocén-korban a szarvasokon (*Cervus dicranus*) az agancs már mai ágas-bogas alakjában pompázott (811. ábra). Az agancs törzsfejlődésének ez a fokozatos haladása a mi mai szarvasaink egyéni életében is megismétlődik. Azok a fejlődésbeli szakaszok, melyeknek mindegyike szarvasaink őseinél évezredek, sőt talán évmilliókat vett igénybe, átmenetileg mintegy összevonva, megfigyelhetők a mi szarvasaink rövid élete folyamán. Az egy éves szarvasnak az alsó miocénkorban élt szarvasokhoz hasonlóan még nincsen agancsa, két éves korában fejlődik ki a nyársas, egy évvel később a villás, majd a hatos, nyolcas, tízes, stb. agancsa (812. ábra).

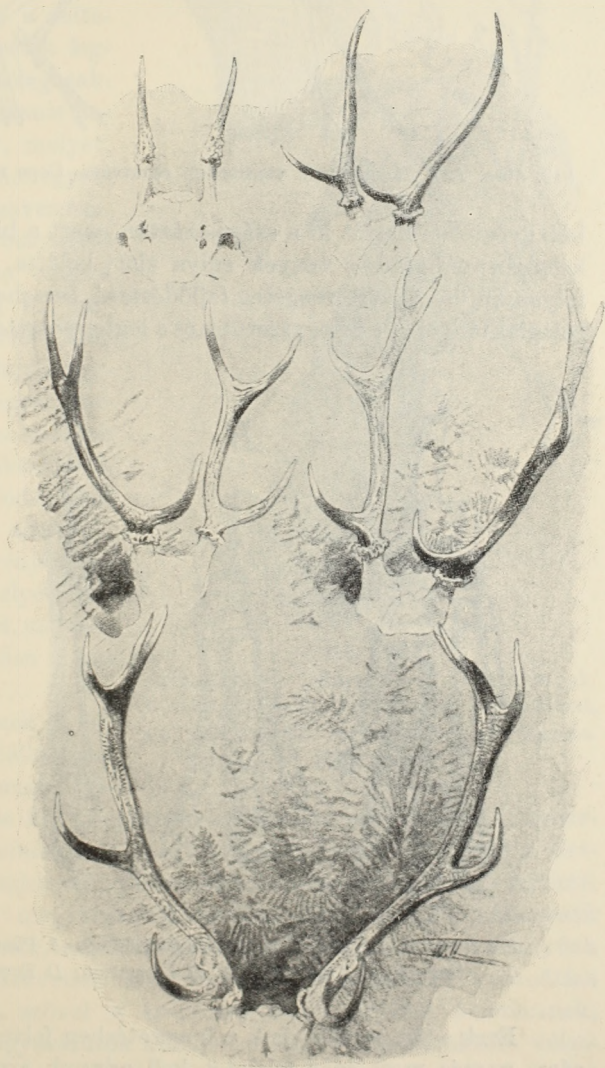
A szervek fokozatos átalakulásának klasszikus példáját derítette ki a palaeontológia a lovak őstörténetének kinyomozása révén, melynek alapján nyomról-nyomra követhetjük, miként fejlődött ki idők folyamán az őspatások ötujjú végtagjából a mai ló egyujjú végtagja. A jelzett vizsgálatok szerint a lovak legrégebbi őse az eocén-kori *Phenacodus* és *Hyracotherium* nevű őspatás nemzetség volt, melynek leszármazottja volt a középső- és felső-miocénkori *Anchitherium*, továbbá a felső-miocén- és alsó-pliocénkori *Hipparion*, végül a mai ló közvetlen őse, a felső-pliocénkorban megjelenő *Pliohippus*. A *Phenacodus*-nak még rendes ötujjú végtagja volt (814. ábra, *A*), a *Hyracotherium* mellső végtagján azonban az első, a hátulsón pedig az első és az ötödik ujj elsatnyult és visszafejlődött, úgy hogy a *Hyracotherium* mellső lába négy-, a hátulsó pedig csak háromujjú volt (813. ábra). Az *Anchitherium* és a *Hipparion* végtagján az ujjak redukciója fokozatosan kifejezettebb (814. ábra, *C* és *D*). Az *Anchitherium* mellső és hátsó lába egyformán háromujjú, csak hogy a két szélső ujj, vagyis a második és a harmadik, sokkal satnyább, mint a *Hyracotherium* hátsó lábán. A *Hipparion* lábán még határozottabb a redukció, amennyiben két

szélső ujjá már észrevehetően rövidebb és csenevészebb (814. ábra, *D*). Végül a *Pliohippus* már teljesen egyujjú, vagyis ebben a tekintetben hasonló a ma élő lovakhoz.

Felette nyomatékos bizonyítékokhoz jutott a származástan a palaeontológia *keverék*-, úgynevezett *kollektiv-típusai* révén. A palaeontológia ugyanis olyan állatok kövesült maradványait is felszínre hozta, amelyek több fajnak, nemnek, családnak, sőt rendnek és osztálynak jellemvonásait egyesítik. Ezek közül leghíresebb a felső-jura-korból származó *Archaeopteryx* (814—816. ábra), mely gyík- és madárjellegeket egyesít magában és ezért joggal átmeneti lénynek tartják a hüllők és madarak között. Csontvázának könnyed alkotása, tollas farka és tollas szárnya igazi

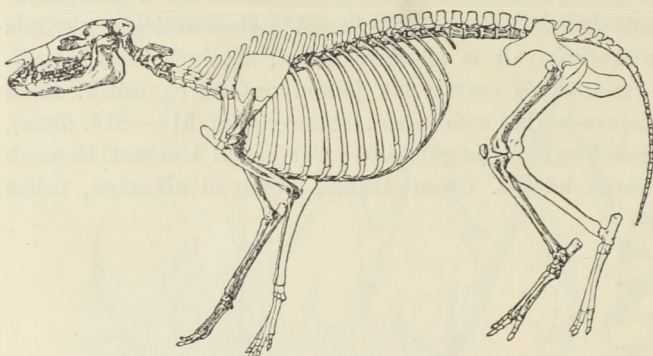
madarat sejtet, farkának tetemes hosszúsága, horognyujtványnélküli egyszerű bordái, karmos ujjai és fogazott állkapcsai azonban határozottan gyík-jellemvonások. — A palaeontológiából azonkívül még sok más olyan tényt hozhatnánk fel, melyek mind a rendszertani, fiziológiai, összehasonlító anatómiai és fejlődéstani tényekhez hasonlóan, a származástan tételeit erősítik. Azonban bízást le-

mondhatunk a további tárgyalásról, mert már az előbbiekben nyújtott vázlat alapján is megfelelhetünk e fejezet elején feltett kérdésre. Ha az elmondottakat még egyszer átgondoljuk és összefoglaljuk, feleletünk csak a következőképpen hangozhatik: *Arendszertani, állatföldrajzi, összehasonlító anatómiai, palaeontológiai és fejlődéstani tények egyértelműen azt igazolják, hogy a fajok nem állandók, hanem változók és hogy mindannyian vérrokonságban és történelmi összefüggésben állanak egymással.*



812. ábra. A ma élő szarvasok agancsának fejlődése.

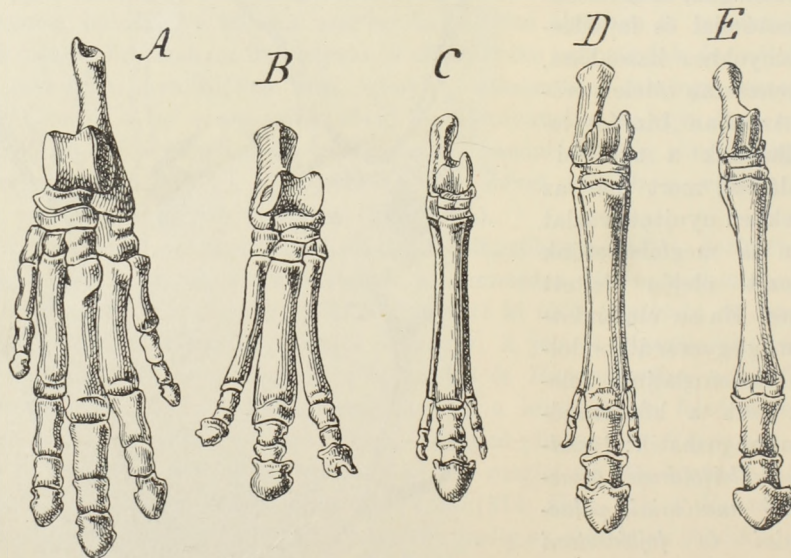
Az állatok testének minden porcikája, fejlődésének minden szakasza a származástannak egy-egy erőssége. Nincs olyan tény, mely vele ellenkeznék, sőt nagyon sok tapasztalatot csakis a fajok vérrokonságának és egymásból való



813. ábra. A *Hyacotherium venticolum* csontváza. Cope rajza.

fejlődésének felvételével magyarázhatunk meg. Ma azt a nagy és kemény tusát, mely *Darwin* fellépése óta állandóan izgalomban tartotta nemcsak a szakzoológusokat, hanem a biológiai tételek iránt érdeklődő összes természetbúvárokat és filozófusokat, immár befejezettnek tekinthetjük. A küzdelem-

ből győztesen került ki a származástan, mert a biológusok legnagyobb része a kétségbevonhatatlan tények súlya alatt belátta, hogy a származástan az idők folyamán összegyűlt rengeteg fejlődéstani, összehasonlító anatómiai és palaeontológiai tényeket a legegyszerűbb és a legtermészetesebb módon magyarázza meg.



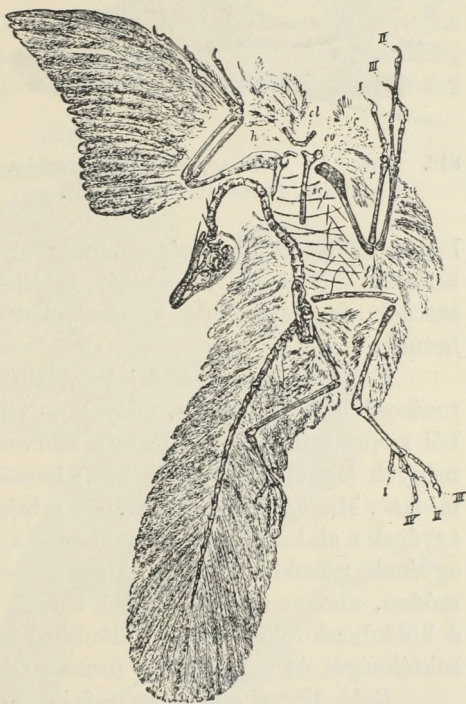
814. ábra. A ló hátsó lábának törzsfejlődése: A *Phenacodus primaevus*, B *Palaeotherium*, C *Anchitherium*, D *Hipparion*, E *Equus*. Zittel-Méhely rajza.

Ezek után áttérhetünk a bevezetésben felvetett második kérdés tárgyalására, vagyis most már feleletet kell adnunk arra a fontos kérdésre: *milyen tényezők okozták a fajok átalakulását és miként jöttek létre a ma élő fajok?*

Mielőtt e kérdéssel tüzetesebben foglalkoznánk, sietünk megjegyezni, hogy míg a fajok vérrokonságának és természetes úton egymásból való fejlődésének *tényét*, mint a biológiai kutatás nélkülözhetetlen alaptételét, a biológusok egyértelműleg elfogadják, addig a földünket ma benépesítő állatfajok keletkezésének *mikéntjére* nézve még nincsen megegyezés a bűvárok között. Ebben a tekintetben tudásunk még hézagos, s a hézagokat kénytelenek vagyunk ma feltevésekkel és tudományosan megokolt feltevésekkel kitölteni. Innen fakadnak azután azok az eltérések és látszólagos ellentétek is, amelyeket a fajkeletkezés mikéntjét magyarázó feltevések között találunk. De a feltevések közti ellentétek az esetek legnagyobb részében csak látszólagosak. A fajkeletkezés mikéntje ugyanis nagyon bonyolódott folyamat, melyet, könnyen beláthatólag, nem lehet egyetlen egy tényező hatására visszavezetni. A különböző fajok minden bizonnyal nem egyenlő módon és nem azonos tényezők hatására alakultak ki; nagyon sok vizsgálatra van tehát még szükségünk, hogy minden fajra egyaránt érvényes, általános magyarázathoz juthassunk, mely minden esetben nemcsak a fajformálódás mikéntjéről, hanem egyúttal a megformálódást irányító tényezőkről is számot adna.

Ma ilyen általános érvényű magyarázatunk még nincsen. Helyét több tudományos elmélet foglalja el, melyeknek legnevezetesebbjeit röviden a következőkben ismertetjük.

Bármilyen eltérők is azok a feltevések, amelyek a fajok előállásának rejtelmességeit törekszenek megvilágítani, lényegük szerint mégis két csoportra oszthatók; az egyikbe a *lamarckisztikus*, a másikba a *darwinisztikus* magyarázatok tartoznak. Mind a kétféle magyarázat a fajokon észlelhető változásokból származtatja az új fajokat, csak hogy a lamarckisztikus magyarázatok szerint csak azok a változások vezetnek új fajok keletkezésére, amelyek kezdettől fogva határozott irányúak s melyek — szerintük — közvetlen alkalmazkodás és a szervek használása vagy nem használása révén, szóval a szervezet saját erejéből keletkeznek, ellenben a darwinisztikus magyarázatok különböző okok hatására előálló véletlen változásokból indulnak ki, melyekből a létért való küzdelemben előnyösek a természetes kiválogatódás tovább tenyésztí, a hátrányosakat pedig kiküszöböli.

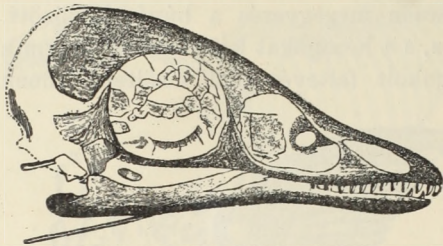


815. ábra.

Archaeopteryx lithographica. I—IV lábujjak, h felső karsont, r orsócsont, u singcsont, co, hollóorrsont, cl kulcsont, sc lapocka.

Zittel rajza.

A lamarckisztikus irányú magyarázatok elseje természetesen *Lamarck* francia természettudóstól ered. Az ő felfogása szerint az átalakulás főoka az alkalmazkodás, mely a külső körülmények hatásának eredménye; a különböző



816. ábra. Az *Archaeopteryx lithographica* koponyája. Parker-Haswell szerint.

fajok, nemek, családok, rendek, osztályok képviselőinek hasonlósága pedig az öröklésen, a közös származáson alapszik. Az alkalmazkodás veleje abban rejlik, hogy a környezetnek folytonos lassú változásai megfelelő lassú változásokat létesítenek a szervezet működésében, az egyes működések erősödése, gyengülése vagy szünetelése viszont olyképpen hat vissza a szervekre, hogy az egész szervezet megváltozik.

Lamarck szerint tehát a szervezetek-

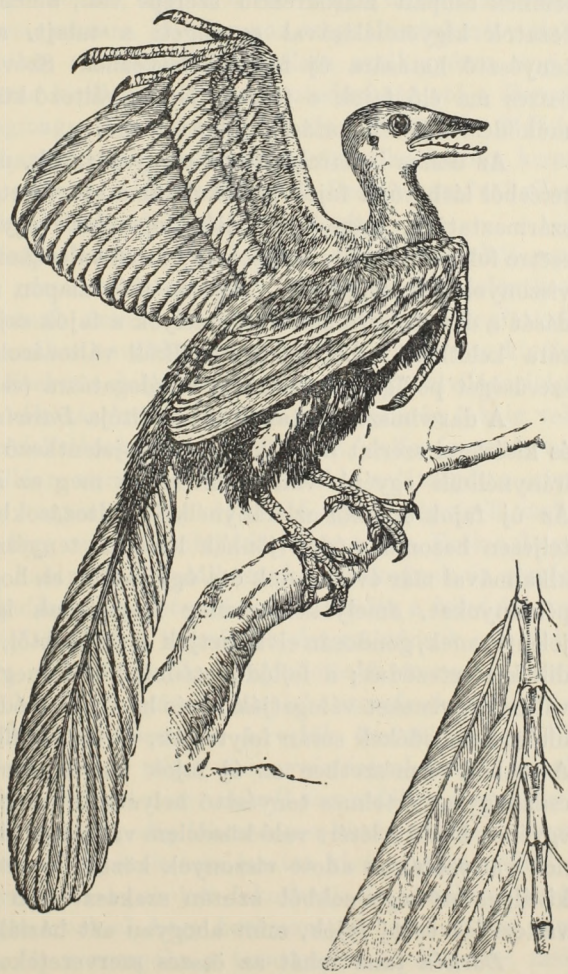
ben a környezet hatására mindig olyan határozott irányú változások jelentkeznek, melyek a keletkezés idejében uralkodó létfeltételek között célszerűek és hasznosak s amelyeket a szervezetek utódaikra is átörökíthetnek.

Eimer Tivadar a fajok előállását ugyanilyen határozott irányú változásokból származtatta, melyek — vizsgálatai szerint — mindig élettani okokból következnek be. Szerinte a szervezetekre hosszú időn át ható külső körülmények (éghajlat, táplálék stb.) hozzák és hozták létre kezdetől fogva az új fajokat. Magyarázata értelmében a fajok éppen úgy növekednek, mint az egyes egyének s alakulásukat is ugyanazok a tényezők irányítják, amelyekről az egyes egyének növekedése függ. Ugyanazon okok alapján és szakasztottan olyan módon, ahogyan az egyes élő lények növekednek, érte el az egész állatvilág a különböző földrészekén különböző körülmények hatásaként mai bámulatos sokféleségét és mérhetetlen formagazdagságát.

Rabl, lipcei anatómus, a fajok képződését szintén működési ingerek fajformáló hatásának, vagyis végeredményében a külső körülményekhez való közvetlen alkalmazkodásnak tulajdonítja. Ő az összes ma élő fajokat a külvilág működési ingereinek hatására létrejött és a működés által állandóan szabályozott, mindig határozott irányú változásokból származtatja. Szerinte a működési ingerek olyképpen hatnak fajformálólólag, hogy a szervezetekben túlkompenzációt váltanak ki. Túlkompenzáció alatt pedig az élő szervezeteknek azt a sajátosságát érti, hogy fokozott működés révén keletkező hiányok pótlására a szervezetek mindig valamivel nagyobb reakcióval felelnek, mint amennyi a hiány pótlására szükséges. Például a gyakran és tartósan összehúzódó izom mind minőség, mind mennyiség tekintetében erősödik, amennyiben az izom hovatovább nemcsak az elhasznált részeket regenerálja, hanem azonkívül még többet hoz létre, úgy hogy ezáltal nemcsak a kívánt munkát tudja jobban elvégezni, hanem még oly működésre is alkalmas, melyre azelőtt képtelen volt. Természetes, hogy ez a túlkompenzáció működési ingerek következménye, továbbá az is könnyen belátható, hogy a túlkompenzáció jelenségei képviselik a variációk alapját.

A túlkompenzáció révén keletkezett módosulatok azonban a változások egész sorát hozzák létre, mert a szervezet összes részei a legbensőbb viszonyosságban (*correlatio*), a legbámulatósabb összhangban állanak egymással és minden egyes rész változása szükségképpen a többiek megváltozását eredményezi. De az egész szervezet változása mégsem lehet irány nélkül való, mert a variációkat az életmód, vagyis a funkciók összessége szabályozza.

A működés nemcsak a kész, teljesen kifejlett állat szervezetét befolyásolja, hanem a szervezet fejlődését is. A teljesen kifejlődött állatban a működés teljesítése, továbbá a működéshez való célszerű alkalmazkodás a csirasejtekre is ingerként hat és erre az ingerre a csirasejtek határozott változással felelnek, mely azután az egyéni fejlődés során nyer látható kifejezést. Ezt a feltevést — *Rabl* szerint — *Standfuss*, *Fischer* és mások kísérletei a legszebben igazolták, mert nyilvánvalóvá tették, hogy a szervezetekre ható külvilági, továbbá a működésből eredő ingerek a csirasejtekre is határozott irányú hatással vannak. Valamint a teljesen kifejlett szervezetek szervei valamely többszörösen és erősebben ható ingerre túlkompenzációval felelnek, úgy a csirasejtekre ható ingerek is túlkompenzációt eredményeznek a fejlődés során. A túlkompenzáció itt is kvalitatív és kvantitatív természetű, amennyiben mennyiség tekintetében a csirasejtek tovafejlődésük alkalmával a régi szerv-kezdeményeknél hasonlíthatatlanul több sejt-ből álló, nagyobb szervkezdeményt alkotnak, minek következtében azután minőség tekintetében megfelelőbb és fejlettebb differenciálódás válik lehetségessé. A működési ingerek a velük kapcsolatos túlkompenzációval okozzák tehát a szervek előrehaladó differenciá-



817. ábra. *Archaeopteryx macrura*, restaurálva és a természetes nagyság $\frac{1}{3}$ -ára kisebbitve. *Flower* szerint. Alul a fark egy darabkája látható természetes nagyságban.

lódását s határozott irányú alkalmazkodását. Ámde a szervezetet alkotó szervek között benső viszonyosság van s így bármely szerv változása szükségképpen a többiek változását eredményezi. Minthogy azonban a szervek korrelatív változásának az egész szervezet életmódjával kell egybehangzania, a szervezetnek a működési inger irányában kell tökéletesednie és szükségképpen ehhez kell alkalmazkodnia. Vagyis *Rabl* szerint a fajok tökéletesedése és az új fajok keletkezése nem végtelen számú, irány nélkül való egyéni változások kiválogatódásának az eredménye, mint azt elsőben *Darwin* állította, hanem a működési ingerek tenyésztő hatására bekövetkező s a működések összessége, vagyis az életmód által szabályozott, határozott irányú változásoknak szükségszerű következménye. A fajformálódásnak ezen folyamatánál a létért való küzdelemnek csupán másodrendű szerepe van, amennyiben a meg nem felelő változatok kigyomlálásával egyengeti a talajt, amelyen a működési ingerek tenyésztő hatására új fajok keletkeznek. Szóval: *Rabl* felfogása szerint az összes ma élő fajok a folyton lassan változó külső körülmények eredményezte működési ingerek hatására állottak elő.

Az összes lamarckisztikus magyarázatok, mint a fentebbi vázlatos ismeretéből látható, a fajok kialakulását a szervezeteknek abból a tulajdonságából származtatják, hogy a külvilág ingereinek egyenes hatására bennük esetről esetre fokozatosan oly határozott irányú változások keletkeznek, melyek az adott viszonyoknak megfelelők. Teljesen más alapon magyarázzák a fajok formálódását a darwinisztikus tanok, melyek a fajok sajátságait különböző okok hatására keletkező véletlen, irány nélküli változásokra, a fajok sajátságainak célszerűségét pedig a természetes kiválogatásra (*selectio*) vezetik vissza.

A darwinisztikus tanok megindítója *Darwin Károly* volt. Az ő vizsgálatai és kísérletei szerint a fajokon mindig jelentkező apró, kezdetben jelentéktelen, irány nélküli egyéni változások adják meg az alapot az új fajok előállítására. Az új fajok ezekből az irány nélküli változásokból a mesterséges tenyésztéshez teljesen hasonló módon jönnek létre. A tenyésztők új állatfajták tenyésztése alkalmával már évszázadok óta úgy járnak el, hogy a háziállatok közül az olyan példányokat, amelyeken esetleg hasznosnak ígérkező különleges változások jelentkeznek, gondosan elválasztják a többiektől, s kizárólag egymás közt engedik kereszteződni; a fejlődő utódok közül megint csak a megfelelő irányban változó egyéneket válogatják ki, és ha ilyen módon a kiválogatást és az elkülönítést nemzedékek során folytatják, új fajtát, illetve merőben új fajt nyernek. A szabad természetben az új fajok tenyésztése hasonló módon megy végbe, csak hogy az értelmes tenyésztő helyébe a létért való küzdelem lép. A változó egyének közül a létért való küzdelem válogatja ki azokat az egyéneket, amelyeknek változásai az adott viszonyok között hasznosnak bizonyulnak; ezekből a kiválogatott egyénekből azután szakasztottan olyan módon fejlődnek ki új változatok és új fajok, mint ahogyan azt háziállatainkon tapasztalták.

Darwin tana tehát az összes szervezeteken észlelhető változékonyságon és öröklékenységen alapszik. A változékonyság révén minden egyén alkalmazkodás útján új tulajdonságokat szerezhet, melyeket azután átöröklés útján utódaira is átszármaztathat. A szerzett és öröklött tulajdonságok közül azonban

csak azok a sajátságok maradnak meg és fokozódnak az utódokban, amelyek a létért való küzdelemben valamelyes előnyt nyújtanak a szervezetnek ; a létért való küzdelemben hasznos sajátságokat azután a természet az egyének kiválogatásával (»természetes kiválogatódás«) tovább tenyésztí. A most említett négy tényező együttműködésének eredményeként, melyet az ivari kiválogatódás a létért való küzdelemben közömbös, úgynevezett »szép« tulajdonságok kitenyésztésével még fokoz, alakultak ki idők folyamán *Darwin* tanai szerint a most élő különböző állatfajok.

Darwin tanát főleg két körülmény segítette példátlan diadalra, ú. m. a mesterséges tenyésztéssel való világos analógiája és a létért való küzdelem megkapó jelszava. Rövid idővel *Darwin* munkájának megjelenése után úgyszólván az összes bűvárok azt gondolták, hogy *Darwin* világos tanával az összes fajok formálódását meg lehet magyarázni. Ma alaposan megváltoztak nézeteink. A fajok keletkezésének behatóbb, részletesebb vizsgálata arról győzte meg a biológusokat, hogy a természetes kiválogatódás nem mindenható erő s *Darwin* tanával sem lehet mindent megmagyarázni. A bűvárok zöme (*Wettstein*, *Méhely*, *Plate* stb.) ma a *Darwin*- és *Lamarck*-féle tényezők együttes hatásában keresi a fajok formálódásának okát s a létért való küzdelemnek *Darwin* tanaival ellentétben inkább kigyomláló, mint tenyésztő hatást tulajdonít.

Darwin tanának nagy fogyatkozása volt, hogy a változások okát nem magyarázta meg, s arra se adott feleletet, hogy az egyéneken jelentkező apró változások hogyan alakulnak azon a hosszú úton, amelyet megfutnak, amíg hasznossá válhatnak és amikor továbbtenyésztésük a természetes kiválogatással is megmagyarázható. Ezekre a dolgokra *Weismann* adott felvilágosítást, aki az egyéneken jelentkező változásokat és azoknak a hasznosság fokáig való első fokozódását a germinális szelekciónak tulajdonította. Az ő felfogása szerint az egyéneknek minden egyes önállóan variálódó és átöröklődő sajátságát a csirasejtekben egy-egy *determináns*, vagyis egy-egy olyan élő egység képviseli, melynek nagyságától és erősségétől függ azután a kifejlődő jellemvonás. Ezek a *determinánsok*, az élő egységekhez hasonlóan, táplálkoznak, növekednek és osztódnak, azért a csirasejtek kialakulásánál a *determinánsok* között a küzdelemnek bizonyos formája fejlődik a táplálékért. A legerősebb *determinánsok* a legtöbb táplálékra tesznek szert, ezért ezek fejlesztik a legfejlettebb szerveket, ezzel kapcsolatban azonban a gyengébb *determinánsok* háttérbe szorulnak, sőt esetleg végül teljesen elpusztulnak, ami természetesen a velük összefüggésben álló szervek fokozatos kisebbedésével, illetve teljes elcsenevészesével jár. A legerősebb *determinánsok* szervei ilyen módon nemzedékről-nemzedékre nagyobbodnak, a gyengébb *determinánsok* szervei pedig fokozatosan kisebbednek. A *determinánsok* közti szelekció tehát az egyének természetes kiválogatása nélkül is létesíthet változásokat az egyéneken és azokat fokozhatja is. Amikor azután ezek a változások oly nagyságot érnek el, hogy határozottan hasznosakká vagy károsakká lesznek az egyénre, lép sorompóba a természetes kiválogatás, mely a létért való küzdelemben a hasznos változásokat mutató egyének kiválogatásával ezeket a hasznos tulajdonságokat fokozza, a kedvezőtlen vagy káros jellemvonású egyéneket pedig elpusztítja.

De a létért, a táplálékért való küzdelem nemcsak a csirasejtek determinánsai és a teljesen kifejlődött egyének között érvényesül. Az egyének közt folyó létért való küzdelemnek előkészítője az a belső küzdelem, mely Roux és Mecsnikov kutatásai szerint, minden szervezetben a testüket alkotó elemek: a sejtek között folyik. Az a számtalan sejt, amelyből a szervezet áll, táplálékért és helyért folytonos küzdelmet folytat egymással, s ebben a küzdelemben azok a sejtek és sejtsoportok, melyek egyéni kiváltságuknál fogva a táplálónedvből legtöbbet szívnak magukba, vetélytársaik felett győzedelmeskednek. A szervezet elemei között lefolyó s csak mikroszkóppal látható belső harcnak eredményeként a szervezet szervei, s velük az egész szervezet lassan, de szakadatlanul változik és erősödik. Könnyen beláthatólag ez a sejtek között folyó küzdelem hathatós előkészítője annak a talán nem nagyobb, de eredményeiben láthatóbb küzdelemnek, mely az azonos faj egyénei és a különböző fajok közt folyik, vagyis előkészítője a szó szoros értelmében vett Darwin-féle küzdelemnek.

A szervezeteknek szüntelenül előrehaladó bonyolódottsága már a determinánsok küzdelméből, a külső körülmények folytonos változásából, továbbá a létért való küzdelem szakadatlan fokozódásából és a test legkisebb részére való hatásából is érthető. Van azonban a szervezetek előrehaladó bonyolódottságának élettani oka is, melyet Jickeli a szervezetek anyagforgalmának tökéletlenségében ismert fel.

Jickeli az élő lények formálódásának mérhetetlen sokféleségét és alakjainak csodás változatosságát az anyagforgalom tökéletlenségére, mint a szerves fejlődés alapelvére, igyekszik visszavezetni. Ő a sejtosztódásból indul ki, s töméntelen példával igazolja, hogy ez a jelenség korántsem áll be kedvező körülmények között s nem is a rendesnél nagyobb növekedésnek eredménye. Ellenkezőleg: a sejtosztódást ártalmas hatások indítják meg. A sejtek kedvezőtlen, ártalmas hatásokra, melyek — a külső kedvezőtlen körülményeket nem tekintve — legnagyobbbrészt az anyagforgalom tökéletlenségéből erednek, mindig sejtosztódással felelnek. E berendezés célszerűsége az egysejtű lényeknél nyilvánvaló, mert a fenyegető veszélyt annál nagyobb valószínűséggel élhetik túl, minél nagyobb az egyének száma. Az egysejtű szervezeteknél az oszló sejtek gyakran nemzedékről-nemzedékre kisebbednek, úgy hogy a rendes mértéket meghaladó növekedésről szó sem lehet. Számos baktérium (pl. *Crenothrix Kühniana*) kedvező körülmények között összefüggő, tagolt fonalakat alkot, azonban mihelyt fogytán van a táplálék, rögtön számtalan spórára esik szét.

Nemkülönben a magasabbrendű soksejtű szervezetek is sejtosztódással felelnek az ártalmas hatásokra, mint ezt a gyulladás, mechanikai sérülés, baktériumhatás, daganatok, stb. folyamatai igazolják, sőt a soksejtű szervezetek létrejötté és szervezetüknek egyre bonyolódó fejlettsége is ártalmas hatásoknak, jelesen az anyagforgalom tökéletlenségének tulajdonítható. A szervezet az élet folyamán elhasznált anyagok pótlása céljából mindenféle, belé nem illő anyagot is kénytelen felvenni, s mivel az anyagforgalom többi szakaszai: az asszimiláció, energia-bontás és kiválasztás folyamatai sem ideálisak, a szervezet testében e folyamatok révén oly anyagok halmozódnak fel, melyek a szervezet háztar-

tásában nemcsak fölöslegesek, hanem a szervezet egyes részeire egyenesen ártalmasak. Ekképpen az egész élet apró, a felületes megfigyelésnél fel nem tűnő, de szakadatlanul működő ártalmas befolyások s ezekre való reakciók láncolata. Végso eredményükben tehát ezek az anyagforgalom tökéletlenségéből származó ártalmas hatások okozzák a sejtek osztódását, a sejtállamok keletkezését, a szervezetek növekedését, differenciálódását, visszafejlődését és halálát; s mindezen folyamatok felhasználásával azután a létért való küzdelem szabályozza a szerves formák alakulását. Ezek szerint az élő szervezetek változatossága az anyagforgalom tökéletlenségének a szüleménye. Ez az az erő, mely szüntelenül új formákat hoz létre, melynek hatása sohasem fog csökkenni, mindig hatalmas rugója marad a szervezetek folytonosan előrehaladó bonyolódottságának, mert az anyagforgalom tökéletlensége sohasem hárítható el teljesen, hatásában tehát végtelen és örökkévaló.

Az anyagforgalom tökéletlensége által előidézett sejtosztódással, jóllehet ennek révén a szervezet nagyobb kiválasztó felülethez jut, még nincs kiegyenlítő az anyagforgalom tökéletlensége. Az anyagforgalom termékei tehát még így is folytonosan nagyobb terhet rónak a szervezetre. Ennek folytán a szervezet, hogy helyét a létért való küzdelemben megállhassa, differenciálódni kénytelen, vagyis ugyanahhoz az eszközhöz kénytelen folyamodni, melynek alkalmazását naponta láthatjuk a gyári üzemben. A létért való küzdelemben annak a gyárnak van a legnagyobb sikerre kilátása, mely azokat a melléktermékeket is értékesíteni tudja, melyek a többi gyárokra nézve elvesznek. Hogy a melléktermékek értékesítése lehetséges legyen, a már meglevő gyári berendezést folytonosan új felszerelésekkel kell gyarapítani, melyek az eredeti üzemet mindinkább átalakítják. Hasonlóképpen van ez az élő szervezeteknél is. A szervezetekre nézve is életkérdés, hogy a létért való tusában az anyagforgalom tökéletlensége révén felhalmozódó s kiválasztással el nem távolítható anyagforgalmi termékeket valamelyes úton értékesítsék, erre pedig csak egyetlen egy mód kínálkozik: a szervezet szolgálatába hajtani azt, ami eredetileg salak és teher. Az anyagforgalmi terheket és tökéletlenségeket a szervezet hovatovább védelemre, szilárd vázak alkotására, a fiatalok táplálására, stb. használja fel. Ez mind új berendezkedést, új differenciálódást igényel, mely a szervezeteket mindinkább átformálja és egyre bonyolódottabb szerkezetűekké teszi. Ha az anyagforgalom tökéletlensége nem terelné a szervezeteket, akkor a létért való küzdelem dacára sem válhattak volna bonyolódottabbakká, mert a küzdelem annál könnyebben vívható meg, minél egyszerűbb a szervezet s minél kisebbek igényei. Minthogy azonban minden szervezet az anyagforgalom tökéletlenségének egyéni és törzsfajlódási terheit viseli, azért nem marad más hátra, mint ezeket lehetőleg kihasználni, ez pedig a testi szerkezetnek csak egyre fokozódó differenciálódása révén lehetséges.

A mostanáig elősorolt elméletekből láttuk, hogy az új fajok keletkezését az összes bűvárok a szervezeteken észlelhető változásokból, vagyis a szervezetek variálásából származtatják, ezért ma a biológusok különösen azt kutatják, hogy a változások melyik formája vezethet új fajok formálódására?

Könnyen belátható, hogy a *kóros és basztard variáció*, mely utóbbi csak meglevő sajátosságok kapcsolatát hozza létre, eredményezhet ugyan új formákat,

de nem létesíthet olyanokat, melyek haladást tüntetnének fel, úgy hogy új fajok fejlődésénél a variálásnak csupán másik két formája, jelesen az *egyéni variáció* és a *mutáció* jöhet számba.

Egyéni variáción olyan szám- és nagyságbeli változóságot értünk, mely egy fajon belül eső állat- vagy növényegyének különbözőségét okozza. Az egyéni variációk *Galton, Weldon, Bateson, de Vries* és mások vizsgálatai szerint mindig *kvantitatív* természetűek s mindig bizonyos közepes érték körül részarányosan helyezkednek el. Annál gyakoribbak, mennél kevésbé térnek el eme közepestől s annál ritkábbak, mennél jobban távolodnak tőle. Lássunk egy példát.

Vries 448 paszuly szem hosszúságát mérte meg s azt találta, hogy e hosszúság 8—16 mm között ingadozott. A szemek hosszúságuk szerint emígy oszlottak meg:

8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 mm hosszú volt :
1, 2, 23, 108, 167, 106, 33, 7, 1 paszuly szem.

Eme számokból már első szempillantásra bizonyos szabályszerűség derül ki. A szemek száma hosszúság tekintetében folyton emelkedik, bizonyos maximumot (12 mm) ér el s azután szabályszerűen csökken. Ha ugyanilyen fajú paszulyból bármennyiszer, akármennyit mérünk is meg, azt találjuk, hogy a szemek hosszúságának közepes értéke nem változik meg, mert ez a jellemvonás adott körülmények közt — az összes egyéni jellemvonásokhoz hasonlóan — mindig határozott értékű s csupán véletlen mellékkörülmények befolyásolják pozitív vagy negatív irányban. Az előmozdító és gátló hatások azonban az esetek legnagyobb részében felfüggesztik egymást, a jellemvonás igazi értéke tehát a közepes értékekben tűnik elő. Viszont a mellékes körülmények sok esetben kissé emelhetik vagy csökkenthetik a jellemvonás értékeit, de ez is csak bizonyos határok között lehetséges, mert ezek az eltérések természetszerűen annál ritkábbak, mennél nagyobbak, úgy hogy kellő számú egyén megvizsgálásánál a jellemvonás egyéni variálásának határai teljes biztonsággal megállapíthatók. Számos efféle vizsgálat egyértelműen igazolja, hogy az egyéni variációban bizonyos állandóság van, továbbá, hogy ez a variáció sohasem kvalitatív, hanem tisztán kvantitatív természetű, s végül, hogy nem öröklődven, nem is vezethet új fajok keletkezésére. Egyéni sajátságok hosszas, ismételt kiválogatódása révén létrejöhetnek ugyan új formák, de sohasem keletkezhetnek új fajok, mert mihelyt a kiválogatás megszűnik, a formák már a 2—3-ik nemzedékben teljesen visszaűtnek az eredeti alakra.

Darwin és főleg *Wallace*, a tenyésztők mesterséges kiválogatásának analógiája alapján, az egyéni variációkból származtatták az új fajokat. Legújabbán *de Vries* gondosan tanulmányozta a tenyésztők módszerét és kimutatta, hogy a rajta alapuló tapasztalatok tudományos értékesítésre nem alkalmasak, mert a tenyésztők nem követik a tudományos kísérletezés alapszabályait, nem egyszerűen elemezhető módszerrel, könnyen áttekinthető anyaggal és jelenségekkel kísérleteznek, hanem minden rendelkezésre álló eszközt : kiválogatást, mutációt, keresztezést, bő táplálást stb. egyformán felhasználnak s a követett eljárásról jegyzeteket sem igen készítenek. *De Vries* szerint új fajok nem egyéni variációkból, hanem mutációkból jönnek létre.

Mutáción hirtelen, egy csapásra beálló, átmenet nélkül való eltérést kell értenünk. Jellemző, hogy a mutáció változásai *kvalitatív természetűek*, kiválogatással sohasem küszöbölhetők ki, első fellépésüktől kezdve állandóak s örök-lődők. A mutáció a szervezet valamely sajátságának hirtelen fellépő és rögtön állandósult megváltozásában nyilvánul, rendszerint azonban az egész szervezet olyformán változik meg általa, mint amaz anyag-molekula összes sajátságai, melyhez egy új atom járult, vagy melyből egy atom eltűnt. E mutációknak legközönségesebb példái a már régóta ismert spontán változások (»single variations«), melyek aránylag gyakoriak a természetben, azonban keletkezésükről még nagyon keveset tudunk, mert rendszerint csak akkor vesszük őket észre, amikor már készen állnak a megfigyelő előtt, vagyis amikor már késő keletkezésük folyamatát kísérlet útján fürkészni. Az egyéni variáció és mutáció lényeges különbségét legjobban a következő hasonlat világítja meg. Képzeljünk egy poliédert, mely valamely síma felületen gurulhat. Aszerint, amint más-más oldalára kerül, mindig új meg új egyensúly-helyzetet foglal el. Kis rázkódások ingásba hozzák s ekkor a poliéder az éppen elfoglalt egyensúly-helyzet körül ingadozik, azonban valamely nagyobb lökés annyira kimozdítja helyéből, hogy egyensúly-helyzetét elhagyja, más oldalára esik s ennek révén más egyensúly-helyzetbe jut. Az egyensúly-helyzet körül folyó ingások az egyéni variációknak, az egyes új egyensúly-helyzetek között levő átmenetek pedig a mutációknak felelnek meg.

A fajkeletkezés elmélete szempontjából végtelenül fontos az a tény, hogy *de Vries*, amsterdami botanikusnak sikerült ilyen mutációkat kísérletileg létesíteni. Ő ugyanis a már említett (685. old.) csészekürt (*Oenothera Lamarckiana*) magvait nagy mennyiségben vetette el kertjében, melyekből évenként új, mostanáig ismeretlen formák (*Oe. scintillans*, *Oe. lata*, *Oe. nanella*, *Oe. rubrinervis*, *Oe. gigas*, *Oe. albida*, *Oe. oblonga* stb.) keletkeztek, melyek mindenben a mutációk jellemvonásait viselték magukon.

De Vries ezen és ehhez hasonló kísérletek alapján a fajok formálódását hirtelen, robbanásszerűen létrejövő mutációk fellépésével igyekszik megmagyarázni. Szerinte a fajok időről-időre hirtelenül, ez idő szerint ismeretlen okból, minden átmenet nélkül új formákat, úgynevezett mutációkat létesítenek. A mutációk sorában egyesek csak kevés ideig maradnak életben, mert a létért való küzdelemben nem tudják helyüket megállni, mások védett helyeken kedvező körülményekre találva mindaddig fennmaradnak, amíg a védelem tart, az igazi, tartós győzelem azonban a körülményeknek legmegfelelőbb mutációké, melyek nagy területet hódítanak meg, amelyen, anélkül hogy maguk megváltoznának, mindinkább elszaporodnak. De mennél nagyobb a terület, annál változatosabbak az egyes tájak viszonyai s valahol a győztes faj is olyan körülmények közé jut, melyek új szétrobbanásra készítetik. Ekkor a folyamat újból kezdődik. A régi megdől, változnak az idők s új élet pezsdül a romokon. S ez így megy tovább. A kiválogatott fajok átalakulási szakba jutnak és új alakokat hoznak létre, amelyek közül csak egyesek élik túl testvéreiket. Az egyformaság ideje tehát a mutációk rövid szakával váltakozik. Eszerint a mutációk és az új fajok fellépése nem a természetes kiválogatódás és a létért való küzdelem következménye, mint azt *Darwin* és követői állítják, mert a létért való küzdelem csupán azt dönti el,

hogy a már meglevő, kialakult mutációk és fajok közül melyek illenek be a környezetbe.

Vries felfogása ekképpen szembe helyezkedik a darwinizmussal. Ez utóbbi az egyéni variálást tekinti az új fajok keletkezésének alapjául, Vries szerint pedig ez a két jelenség teljesen független egymástól. Az egyéni változások, szerinte, a leghosszabb ideig tartó és leghatározottabb kiválogatódás (selectio) mellett sem hághatják át a fajhatárokat és sohasem vezethetnek új, állandó bélyegek kialakulására, melyek egyébként általában is sokkal kisebb határok között mozognak, mint ezt a darwinizmus hívői vélik. Minden jellemvonás, jóllehet egy előbb létezőből indul ki, nem az egyéni változásokból fejlődik összegeződés révén, hanem néha kicsiny, de mindig hirtelen, ugrásszerű átalakulással. De Vries tana ekképpen végtelenül egyszerű módon hozza összhangzásba a fajok bizonyos fokú állandóságának tényét a fajok vérrokonságának és közös származásának tanával.

A mutációs időszakok beállásának oka ez idő szerint teljesen ismeretlen, noha minden valószínűség szerint belső okokat kell föltennünk, melyeket bizonyos külső ingerek váltanak ki és juttatnak érvényre. Az azonban bizonyos, hogy a mutációk határozatlan irányúak s ezzel az egyenes fejlődés palaeontológiai sorozatai (ló, ammonitek) sem ellenkeznek, mert a meg nem felelő mutációkat a határozott irányú selectio kigyomlálja.

A fajok keletkezésének és formálódásának mikéntjét magyarázó elméletek, melyeknek íme a legnevezetesebbjeit röviden vázoltuk,— mint látjuk — a fajkeletkezés számos részletére és a fajok alakulásának több tényezőjére irányították figyelmünket, egységes, általános érvényű elméletet azonban még nem szűrhetünk le belőlük. De mindez távolról sem érinti az evolúció igazát, mert a rendszeren, összehasonlító anatómia, fejlődéstan és palaeontológia kétségbevonhatatlan tapasztalati tényei egyértelműleg a biológusoknak azt a sziklaszilárd meggyőződését igazolják, hogy a ma élő és már kihalt szervezetek egyetlen nagy törzsfát alkotnak, melynek csirája a földön létrejött első élő állományból fakadt. Ez a csira mérhetetlen idők folyamán gazdagon elágazó, dús lombú, hatalmas fává nőtt, melynek gyökere, törzse és régibb ágai a föld mélyében pihennek, legfiatalabb hajtásai és levelei: a ma élő szervezetek azonban előttünk élnek s a mindenségben arasnyi létükkel az örökkévalóságon dolgoznak.



NÉV- ÉS TÁRGYMUTATÓ.

A csillaggal jelzett számok ábrát jelentenek.

- Abies* 32, 198*, 229, 379.
 380.
Abietinaceák 376, 377.
Abraxas grossulariata
 649.
Acacia 136, 137*, 155,
 400.
Acanthocephalia 44, 616.
Acanthorhiza 104.
Acanthias vulgaris 660.
Acarodomatium 282.
Acephala 629.
Acer 187, 328.
Aceraceae 403.
Acetabularia mediter-
anea 342*.
Acherontia Atropos
 594*, 649.
Achillea 412.
Achlamydkus virág 164.
Acipenser huso 660, 661*
Aconitum 188, 396.
Acorus 160*, 189, 387.
Acotyledones 65.
Actaeon tornatilis 633.
Actinia 32, 43, 610.
Actinophrys egybekelése
 17*.
Actinosphaerium 487,
 601.
Acyklikus virágok 181.
Adansonia digitata 32.
Adamsia palliata 610,
 641.
Adonis 145, 396.
Adopciós telepek 479,
 480.
Adoxa 411.
Adoxaceae 411.
Aecidiumok 355.
Aegilops 202.
Aegopodium 405.
Aelianus 420.
Aequorea Forskalea 609
Aerenchyma 103, 237.
- Aërobionták* 335.
Aerotropizmus 316.
Aesculus hippocastanum
 129*, 403.
Aethalum 331.
Agalma 476*.
Agaricaceae 357.
Aggregatae 412.
Agaricus 277*, 349, 357.
Agathis 377.
Agassiz 625.
Agave 111, 126*, 252.
Agrimonia termés 197.
Agropyrum repens 385.
Agrostemma 394.
Agrostis 384.
Agyarsiga 630.
Agydúc 565, 567.
Agykéreg 569.
 idegsejtjeinek száma
 570.
 kiirtása 570.
Agykoponya 655, 667.
Agyvelő 568, 569, 657.
Aira 384.
Aitionomikus görbülés
 306.
Ajakosak 111, 114, 141,
 170, 172, 178, 180,
 182, 195, 407, 408,
Ajakos párta 170.
Ajuga 409.
Akácfa 147.
Akadémiák alapítása
 424.
Akineták 340.
Akromatin anyag 6,
 487*.
Akropetalis sorrend 98,
 113.
Aktiniák 580.
Aktív mozgások okai
 302.
Alaktan 69, 415.
Alak minősége 415.
- Alakos párta* 170.
Alakvastagodás módja
 217.
Alapképlet 69.
Alapsejt 90.
Alapszövetrendszer 219,
 225.
Alámerülten úszó szár
 113.
Albatros 666.
Albugo candida 271*,
 351*, 352.
Albumosa 266.
Alcedo ispida 666.
Alces 444.
Alchimilla 400.
Alcyonium palmatum
 610.
Aldrovandi Ulysses 422,
 424, 445.
Aldrovandia 107, 126,
 151, 270*, 398.
Aleuron 5, 10, 213, 267.
Alfajok 684.
Alisma plantago 191*,
 383.
Aljázat 91.
Alkaloidák 214, 241,
 267.
Alkanna 408.
Alkar 656.
Allantois 668.
Allevelek 118, 144, 145,
 154.
Alligator 664.
Allium 122*, 226*, 388.
Allolobophora foetida
 621.
Allogamia 183.
Allometrobiosis 479.
Alma 130, 196, 248.
 -félék 399.
 -sav 241.
Alnus 160*, 299, 391.
Aloe 111, 221*, 485.
- Alopecurus* 173*, 384.
Alsóállásu magház
 176, 196.
Alsóbbrendű növények
 sejtjei 206.
 gerinces állatok ve-
 séjének szerkezete
 537*.
Alsophila crinita 368*.
Alszár 656.
Alternatio generationis
 14.
Althaea 173*, 174*, 403.
Alulesillangósok 603.
Alvási állapot 320.
Alvó rügyek 131.
Alyssum 397.
Amanita 357, 358.
Amarantaceae 393.
Amaryllidaceae család
 172, 389.
Amaryllis formosissima
 250*.
Amblystoma mexica-
num 662.
Ambulakrális edény-
rendszer 625.
 lábak 564*, 565, 624.
Améba 24, 600.
Amerikai tapir 669.
Ametabol rovarok 644.
Amia calva 660.
Amici 71, 76.
Amidovegyületek 241,
 266.
Ammonia 278.
Amnion 663, 659, 668.
 -nélküli állatok 659.
Amnionosok 659, 662.
Amoeba polyopodia 2*.
 15*, 600*.
Ameoboid mozgás 324.
Ampelopsis Veitchii 318.
Amphibia 659.
Amphineura 567, 629*.

- Amphioxus lanceolatus 568, 588*, 654.
 Amphitretus 557*.
 Ampulla 564*.
 Anabaena kolóniák 284*.
 Anabiosis 529.
 Anacardiaceae 180, 402.
 Anaërob baktérium 279. növény 276.
 Anagallis 407.
 Anamnia 659.
 Ananas sativus 109*, 111, 387, termésé 197*.
 Anas boschas 666.
 Anasa armigera 593*.
 Anastrob hierochuntica 303.
 Anatómia 69, 416, 422.
 Anax formosus 646*.
 Anaximander 420, 672.
 Anchyllostomum duodenale 618*.
 Anchitherium 690.
 Anchusa 408.
 Andrales 364.
 Androctonus australis 650*.
 Androecium 163.
 Andromeda polifolia 406.
 Androsace 407.
 Anemophylla 403.
 Anemo-zoochor növények 201.
 Anemochor növény 200. 201.
 Anemogam növény 186.
 Anemone 43, 180, 194, 316, 396.
 Anemophyll növények 186, 187.
 Anergates atratulus 480.
 Angiospermák 68, 373. 374, 381.
 Angraecum 101.
 Anguilla vulgaris 660.
 Anguillula 617.
 Anguis fragilis 663.
 Animálkulisták 592.
 Anisophyllia 155, 298.
 Anisotrop levél 306.
 Annelida 611, 619.
 Anodonta cygnea 630.
 Anopheles 56, 604, 648.
 Anoplotermes 479.
 Anorganikus sóoldatok 214.
 Anser ferus 666.
 Antagonisztikus symbiosis 283.
 Antedon rosacea 628.
 Antennaria 412.
 Anthemis 412.
 Anthera 171.
 Antheridiumok 342, 343, 360, 362, 363, 381.
 Anthericum ramosum 388.
 Antherozoid 15, 27.
 Anthoceros 364.
 Anthocerotales 362.
 Anthocerotaceae 362.
 Anthokyan szinanyagok 214.
 Anthophysa vegetans 469*.
 Anthoxanthum odoratum 384.
 Anthozoa 38, 608.
 Anthriscus 405.
 Anthropochor növények 201.
 Anthropotómia 416.
 Anthurium-Rhodea 189.
 Anthyllis 136.
 Antiklin 289.
 Antilope 669.
 Antimerák 416.
 Antimerologia 416.
 Antirrhinum 411.
 Anura 662.
 Anyag, asszimilált 266.
 Anyagsere 10, 242, 258, 285, 514, 524.
 Anyag, embrionális 290.
 Anyagforgalom 5, 9, 10, 285, 415, 514, 525.
 Anyaméh 668.
 Anyarozs (Claviceps purpurea) 218*, 349.
 Aorta 528.
 Apáthy István 510, 511.
 Aphaniptera 645.
 Aphrodite aculeata 621.
 Apis mellifica 647.
 Apium graveolens 405.
 Aplacentalia 668.
 Aplanosporák 340.
 Aplysia depilans 633.
 Apochlamydeikus virág 164.
 Apocynaceae 407.
 Apoda 662.
 Apogamia 400.
 Apoláris sejtlemez 91.
 Apophysis 95*.
 Apocarpikus gynaeceum 175.
 Apotécium 349.
 Apparatus 8.
 Appendiculariák 652.
 Appositio 214.
 Aprómagvúak 389.
 Apró rovarok látogatta virágok 188.
 Aptenodytes patagonicus 666.
 Aptera 648.
 Apterygota 645.
 Apterix Oweni 665.
 Apus cancriformis 639.
 Aquapendente, Fabricius 423.
 Aquifoliaceae 402.
 Aquila imperialis 666.
 Aquilegia 396.
 Arabinose 241.
 Arabis 397.
 Araceae 247, 387.
 Arachis hypogaea 203.
 Arachnoidea 641.
 Araliaceae család 405.
 Aranea 651.
 Aranka 42, 107*, 125, 408.
 -félék 106.
 Aranyhal 660.
 Aranyvirág 160.
 Araucaria 377.
 Archaeopteryx 598.
 Archaster bifrons 625*, 626.
 Archegoniatae 360.
 Archegonium 77, 342, 343, 360, 362, 363.
 Archegoniumus növények 360, 372.
 Archenteron 524*.
 Archichlamydeae 390.
 Archiptera 645.
 Arckoponya 655.
 Ardea cinerea 666.
 Arenicola marina 621.
 Argonauta 635.
 Argas reflexus 651.
 Arillus 317.
 Aristolochia 130, 188, 229*, 393.
 Aristolochiaceae 171, 393.
 Aristophanes 420.
 Aristoteles 9, 50, 52, 420*, 421, 422, 424, 425, 426, 427, 429, 431, 434, 435, 436, 571, 596.
 Aristoteles lámpája 627.
 természetfilozófiája 673.
 Armillaria mellea 93*, 277, 350*, 357*.
 Arnica 412.
 Aromatikus termések 201.
 Arrow-root 389.
 d'Arsonval 577.
 Artemia 685.
 Artemisia 412.
 Arteria 526, 527.
 Ártériás érrendszer 658. vér 526.
 Arthrogastres 650.
 Arthropoda 597, 636.
 Arthrostraka 640.
 Articulare 512.
 Articulata 428, 636.
 Artocarpus 201, 392.
 Arum maculatum 387.
 Asarum europaeum 393.
 Ascandra 472*.
 Ascandra variabilis 472*.
 Ascaris 199*, 487*, 492, 493, 583, 583*. 584, 611, 617, 618.
 Ascidiák 508, 563, 652.
 Asclepiadaceae 176, 407.
 Ascobolus 304*.
 Ascomycetes 46, 349, 352.
 Ascopora 350.
 Ascus 349.
 Ascyssa acufera 606.
 Aselli 423.
 Asellus aquaticus 549.
 Asparagin 266.
 Asparagoideae 389.
 Asparagus officinalis 389.
 Aspergillus 352.
 Asperula odorata 142*, 411.
 Aspides 441.
 Aspidistra 146.
 Aspidium 152*, 303*, 369.
 Asplenium fajok 117, 118, 369.
 Astacus 498*. 567*, 641.
 Astelikus levél 230, 228.
 Aster 412.
 Asterias glacialis 19*, 499*, 626.
 Asteroida 625.
 Astragalus 136, 176, 401*.
 Astrantia 165, 405.
 Astropecten aurantiacus 626.
 Astrophyton Linckii 626.
 Astur palumbarius 666.
 Asymetrikus virágok 182.
 Asymetron 564, 654.
 Aszkusok 352.
 Aszotka 150.
 Asztroszféra 490.
 Asszimiláció 10.
 Asszimilációs keményítő 212.
 Asszimilálás 261*, 262. folyamata 275. terményei 263, 264.
 Asszimiláló felület nagyságának 229. léggyökerek 101. szövetrendszer 219.
 Asszimilálódás 75.
 Asszimilált anyagok 266, 267, 514.
 Asszociációk 571.
 Asszociációs berendezések 569. emlékezőtehetség szerve 571.
 Atalanta 649.
 Atkák élősködők életmódja 651.
 Atracél 408.
 Atriplex 393.
 Atropa belladonna 410.

Attrakciósféra 6.
 Auchenia lama 669.
 Aucuba 117.
 Augustinus 674.
 Aulastoma gulo 622.
 Aurelia 498*, 609.
 Autogámia 183, 184.
 Auto-homogam virágok 183.
 Autonóm mozgások 305, 322, 323, 324.
 Autotroph növények 260, 261, 268, 269.
 Auxanometer 290*, 291.
 Auxospórák 338.
 Avena 384.
 Aves 659.
 Avicenia officinalis 274*.
 Avicula heteroptera 630*.
 Axenfeld 547.
 Axolotl 662.
 Azolla 284*, 369.
 Áfonya 196.
 -fajok 188, 406.
 Ágkacsok 124.
 -tövisek 124, 150.
 Ágak 85, 116.
 görbülése 303.
 Ágár 348.
 Ággumók 120.
 -rendszer 85.
 Ágyi poloska 648.
 Ákácok 117, 148, 150, 159, 321, 401.
 Álbogyó 199.
 Álcésze 150.
 Álernyő 161.
 Állabak 24, 559*, 574, 599, 600.
 Államalkotó állatok sokoldalusága 681.
 Állandósult szövet 219.
 Állat 37.
 Állati pete 4.
 szervek kialakulása 52.
 szervezet 482.
 véglények 2, 50.
 Állatállamok 476, 681.
 -bonctan 416.
 -csoportok 417, 597.
 -egyének 415, 470.
 -élet 40.
 -élettan 417, 432.
 elevenszülő 593.
 -evők 40.
 -fajok száma 595.
 származása 671.
 -kémia 418.
 -leírás 416, 418.
 -lélektan 418.
 -ország 2, 413.
 osztályainak csoportosítása 451.
 ovipar 593.
 parthenogenetikusan szaporodó 580.

Állat, peterakó 593.
 petéjének barázdáló-dása 515*.
 -pszichológia 418.
 -rajz 416, 418.
 táplálkozási módja 517.
 -telepek 472, 474, 581.
 termékenyítése 7.
 -törzsek 417.
 újszülött 593.
 vivipar 593.
 Állatok anyagforgalma 40.
 belső viszonyai 417.
 életfeltételei 418.
 életmódja 437.
 élettartama 31, 32.
 -törzsek 418, 432.
 energiaforgalma 40.
 fehér véresejtjei 505*.
 fejlődése 431, 587, 593.
 földrajzi elterjedése 418.
 galandférgei 615.
 gyűjtésének technika 419.
 ingerlékenysége 21.
 hímcsirasejtjei 498*.
 kikészítése 419.
 konzerválása 419.
 közös eredete 598.
 külső alakta 416.
 külső viszonyai 417.
 rendszere 417, 595, 596.
 részei 436.
 rokonsága 597, 687.
 szaporodása 578, 580.
 szerepe a természet háztartásában 418.
 szervezete, élete és fejlődése 461.
 táplálkozása 38, 40.
 tenyésztése 419.
 természetes rendszere 417, 424.
 törzsfelődéstana 417.
 vérrokonsága 687.
 véresejtjei 505*.
 Állatoknak erő magvak 201.
 nyíló növények 187.
 Állattan, alkalmazott 419.
 célja 115.
 feladata 415.
 segéd-diszciplínái 419.
 történelmi fejlődése 422.
 története 415.
 Állkapocs-láb 640.
 Állonadály 621.
 Álmagtermés 194, 198, 199.
 Álmagterméskékre hasadó termés 194.

Álmagvakra oszló termés 202.
 Álomkór okozója 602*.
 Álörvös ágak 114.
 Álparenchimatikus szövetestütelepek 93, 94.
 Álporzók 172, 175.
 Álrecésszárnnyak 645.
 Áltrekesz 176, 177.
 Álskorpiók 650.
 Álsziromfoltok 181.
 Álszövet 218, 349.
 Általános ingerek 305.
 növényhisztologia 205.
 Áltengely 114.
 Áltengelyes bogas virágzat 160.
 növesű gyökértörzs 119.
 villás elágazás 114.
 Áltérmekek 193, 197, 198, 199.
 Álválaszfalak 176.
 Ángolna 660.
 Ánizs 405.
 Áramlás 30.
 Árpa (Hordeum vulgare) 237*, 246, 385.
 Árvácska 404.
 Árva csalán 409.
 Árvalányhaj 303, 384.
 Ászkák 532.
 Átalakulás 593.
 Átalakulástan 417.
 Átellenes ágak 114.
 állású levél 141.
 Áteresztősejtek 237.
 Áthasonítás 10, 38, 39, 42.
 Áthasonítási szervek 108.
 Áthasonításra módosult szárak 117, 123.
 Áthasonító léggyökerek 101.
 szervek 514.
 Áthasonított anyagok 42, 514.
 Átmenetek 45.
 Átmenő keményítő 267.
 Át nem alakuló rovarok 644.
 Átnőtt levelek 137.
 Átöröklés 484, 488, 685.
 Áttelelő rügyek 126.
 Ázalék állatkák galvanotaxisa 25*.
 Bab 315, 401.
 Báb 645.
 Babérfa 181.
 Bábbrabló 646.
 Bachmetjew 529.
 Bacillusok 333, 334, 335, 399*, 646.
 Bacon, verulami 423, 429.
 Bacteriaceae 333.
 Baer K. Ernő 431*, 432, 435.

Bagoly 666.
 Baiera 375.
 Baillon 145, 194, 248, 269, 309.
 Baker 37.
 Bakszakál 355, 412.
 Baktériumok 55, 56, 261, 268, 280, 285, 326, 332, 333*, 334, 335.
 Bakteroidák 280.
 Balaenoptera musculus 669.
 Balanoglossus minutus 623, 677.
 Balanophoraceae 125.
 Balanopsidális 391.
 Balanus tintinnabulus 640.
 Ballangófü 393.
 Bálna 669.
 Balra csavarodó növény 315.
 szárak 113.
 Balsamina 202.
 Balsaminaceae 403.
 Bambuseae 385.
 Bambuszsnád (Bambusa vulgaris) 385*.
 Bányaféreg 618*.
 Baraboly 405.
 Barátkeselyű 666.
 Barázdálódás 587.
 Barka 159.
 Barkás növények 187.
 Barlangi göte 487, 505.
 Barna moszatok 93, 344.
 Bartling 66.
 Bartschia 106.
 de Bary 72, 77, 217, 222, 225, 226, 304, 342.
 Bárszög 657.
 Basidiomycetes 349, 352.
 Basiliscus 439.
 Bateson 700.
 Batrachia 662.
 Batrachospermum 348.
 Bauhin Caspar 64.
 Bauhinia 189.
 Baumgarten 82.
 Bayer a szénvegyület alakulásáról 263.
 Bazidium 349, 350.
 Bazidiumos gombák 352, 354.
 zuzmó 359.
 Bazidiumspóra 350.
 Becő 195.
 Becőke 195.
 Beevor 571.
 Befűződés által történő kettéosztás 210.
 Beggiatoa 277, 333*, 335.
 Begöngyölödött levél 250.
 Begonia 146*, 147, 217*,

- 286, 287*, 290, 300, 117.
 Begoniaceae-fajok 136, 404.
 Begy 519.
 Beiszner 153, 198.
 Béka 529, 570*, 594*662.
 -bogyó 146, 147.
 farkatlan 662.
 fiahordó 520*.
 fehér vérsajtje 505*.
 lábizmának kereszt-metszete 507*.
 -lencse 125*, 387.
 szitttyó 388.
 -tutaj 126, 383.
 Bél 225, 231, 589*.
 Bélcára 589, 597, 605.
 Bélcso hossza 517, mellékszerve 657.
 változása 643.
 Bélcövesek szerkezete 650.
 Belélsőkódók 613.
 Belénd 444.
 Beléndek 196, 410.
 Bélés-sejtek 217.
 Bellis 412.
 Bellovacensis Vincen-tius 421.
 Belon 422.
 Belone 520*.
 Bélgiliszta 499*, 487*, 611.
 Belső csiralevél 589.
 élősdiek keletkezése 55.
 elválasztás 497.
 morfológia 69, 70.
 szelvényezettség 611.
 Bélsugarak 225, 231, 233.
 Béltrichina 618.
 Bélüregrendszer 610.
 Belvázak 575.
 Belzung 106, 234, 253.
 Bemetszett szélű levél 138.
 Bendő 669.
 van Beneden 584.
 Benge 196, 403.
 Bengéfélek 403.
 Benzoe gyanta 407.
 Bepódródás 318.
 Beporozás 76, 381.
 Berberidaceae 396.
 Berberis 159*, 321, 350, 396.
 Berchtold 288.
 Bérci harangrojt 406*.
 Berg 163, 174.
 Bergreni I. 79.
 Berkenye 399.
 Berki kökörcsin 316.
 Bernátrákok 641.
 Beroe ovata 610.
 Beskatulyázás 592.
 Bestiarius 421.
 Beta vulgaris 393.
 Bethé 510, 511, 563, 564, 569.
 Betokozódás 600.
 Betula 391, 393*.
 Betulaceae 391.
 Betűző szű 647.
 Bevezető járat 653.
 Bibe 176, 178.
 Bibeszál 176, 177.
 Bibic 666.
 Bibircses nyír 393*.
 Bibortetű 648.
 Bichat 9.
 Bidens 193*, 412.
 Bignoniaceae 411, 201.
 Bikollatális edény-nyalábok 224.
 Bimana 670.
 Bimbó 156.
 Bimbózdás 11, 12, 465, 578, 580, 581.
 Bimbónyel 563.
 Biogenetikai alaptörvény 597.
 Biológia 78.
 Biorhiza renum 282*.
 Bipoláris növények 86, 96.
 tengely 85.
 Birgus latro 532.
 Birsalmafa 399.
 Bischoff 77, 370, 372.
 Biscutella 180.
 Bison taurus 669.
 Bivalvae 629.
 Bizzozero 497.
 Blanchard 650.
 Blasia 363, 365.
 Blastula 589.
 Blasztomera 493.
 Blockmann 340.
 Blumenbach I. Fr. 426*.
 Boahal 561.
 Boas 498, 554, 555, 575.
 Bóbíta 169, 412.
 Bóbitás termés 200.
 Bobitis 505.
 Bochartus 52.
 Bock 63.
 Bodza 130, 148, 201.
 Bodzafélék 411.
 Boerhaave 423.
 Bogács 150.
 Bogános 160, 174*, 412.
 Bogarak 498*, 645.
 szárnyainak szerkeze-
 zete 446.
 Bogas elágazás 114, 115*.
 virágzat 158, 160.
 Bogernyő 160.
 Bogernyős elágazás 115*.
 Boglárfa 128, 172, 200.
 Boglárka 180, 396.
 -félek 169, 175, 181, 396.
 Boglyos zanót 409*.
 Bogyókból összetett ter-
 més 197.
 Bogyós mirigyek 497.
 Bogyótermés 196.
 Bojtórján 201.
 Bojtórjános párló 198.
 termések 201.
 Bojtóvirág 411.
 Boletus 357.
 Bolha 645, 648.
 -rák 498*.
 Bombinator igneus 662.
 Bombus terrestris 647.
 Bomlásfolyamatok 514.
 -termékek 40.
 eltávolítása 514, 523, 525.
 Bombix mori 586, 649.
 Bonctan 69, 70.
 Bonelli 423.
 Bonellia viridis 541*, 622, 680.
 Bougainvillea ramosa 16*.
 Bonnier 93.
 Borassus flabelliformis 386.
 Barbata 359.
 Barbus fluviatilis 660.
 Bordás meduza 608, 610.
 Borerjedés 354.
 Borjúfoka 520*, 670.
 Bornet 336.
 Boróka 380.
 -félek 155.
 -fenyő 199.
 nehézszagú 355.
 Borostyán 100, 101, 143*, 155, 159.
 -szőlő 124.
 Borraginaceae 408.
 Borsó 136, 144, 151, 401.
 Bors 391.
 -félek 391.
 Borsógyökér gumócskái 104.
 levélkekacsai 149*.
 Borsóka 614, 615.
 Borsómag 240, 254, 276*.
 Borsósász 256.
 Bortermő szőlő 403.
 Borulás 129, 156.
 Borvirág 268.
 Borz 670.
 Borzas hínár 396*.
 Bos taurus 669.
 Bostrychus typographus 647.
 Boszorkányseprő 353.
 Bothriocephalus latus 614, 615.
 Botrydium granulatum 88, 89*, 90.
 Botryllus violaceus 563, 653*.
 Botryococcus 89.
 Botsáska 646.
 Bouchard 60.
 Bourne 621.
 Boussingault 248.
 Boveri 491, 492, 585*.
 Boxes 422.
 Böhm 254, 495, 500, 501, 549.
 Bölény 669.
 Bór 657.
 -atka 651.
 átalakult 667.
 -idegrég 563.
 -izomtömlő 565, 574.
 -mirigyek 666.
 színe 27.
 -szövetrendszer 219.
 Börvény, téli zöld 157.
 Brachiella 541*.
 Brachionus urceolaris 616*, 617.
 Brachiopoda 622.
 Brachyura 641.
 Bracon impostor 647.
 Bradypus tridactylus 669.
 Branchiata 637.
 Branchiopoda 639.
 Branchipus 495*, 639.
 Brand 478.
 Brassica 351*, 397*.
 Brauer 557, 600.
 Braula coeca 648.
 Braun A. 69, 90.
 Braun 329.
 Brefeld 77, 286, 349, 351.
 Brenner 296.
 Briza 384.
 Brogniart A. 66, 78, 79, 330.
 Bromelia 387.
 Bromus 384.
 Bronchus 658.
 Broussonetia papyri-fera 143, 155.
 Brown Robert 66, 72, 79, 464.
 Bruchmann 372.
 Brunella fajok 200.
 Bruntfels 63.
 Bryophyllum fajok 117.
 Bryophyta 68, 360, 361.
 Bryopogon usneoides 359*.
 Bryozoa 622.
 Brücke 7, 26, 466.
 Bubo maximus 666.
 Buffon György Lajos 427*, 430.
 Bufo vulgaris 662.
 Buglyos derecfű 394*.
 Bugula 38*, 623.
 Bunias 397.
 Buphthalmum specio-sum 410, 412*.
 Bupleurum 137*, 405.

- Burgonya 120, 148, 212, 410*.
 Burgonyafélék 181, 410.
 Burgonyagumó 12, 240, 241, 254, 295*, 296, 298*.
 Burgonyakór 352.
 Burgonyanövény 120*, tartalék keményítője 212.
 Burgundi répa 394.
 Burkolt hagyma 122.
 Burmanniaceae 389.
 Burok 489*.
 Bursa copulatrix 544.
 Buthus occitans 650.
 Buteo vulgaris 666.
 Butomus umbellatus 383.
 Buvákfű 405.
 Butaceae 402.
 Buxbaumia 363.
 Buxus sempervirens 402.
 Búza 384, 162.
 kalász virágzata 162*.
 mellékszárai 117*.
 -virág fajok 411.
 -szem 241, 212, 213*, 240.
 Buzérfélék 136, 142, 181, 411.
 Buzogányalakú kristályhalmazok 213.
 -fejű férgek 44, 616, 619.
 Büchner 292.
 Bükk 32, 97*, 115, 128, 134, 135, 149, 391.
 taplógomba 356.
 -félék 391.
 Bükköny 104, 174*, 401.
 Bűrök 405.
 Büszen 298.
 Bütschli 602.
 Bütykös gyökéralak 97.
 Cactus 250.
 -félék 150, 177, 404.
 Caesalpin A. 64, 69.
 Caesalpinaceae 400.
 Calamagrostis 384.
 Calamintha 409, 168*.
 Calamites 370.
 Calamus fajok 124.
 Calcispongia 606.
 Caloppa granulata 641.
 Calopteryx virgo 646.
 Calosoma sycophanta 646.
 Calla palustris 189, 387.
 Callitenthis reversa 561*.
 Callithamnion 348.
 Callitrichaceae 402.
 Calluna vulgaris 406.
 Callus 300.
 Caltha 396.
 Calyptra 95*.
 Calystegia 408.
 Calyx 163.
 Camelopardalis giraffa 669.
 Camelus bactrianus 669.
 Camerarius R. I. 76.
 Cámoly 396.
 Campanula 170*, 412.
 Campanuláriák 473*, 608, 609.
 Campanulatae 412.
 Campodea staphylinus 645*.
 Camponotus termitarius 479.
 Candolle Alph. de 65, 78, 330.
 Canis 425, 450, 670.
 lupus 450, 670.
 vulpes 451.
 Canna 119, 130, 135, 175*, 182, 191, 389.
 Cannabis sativa 392.
 Cantimpratensis Thomas 421.
 Caulerpa prolifera 341, 342.
 Capillitium 331, 358.
 Capparidaceae 180.
 Capra hircus 669.
 Caprifoliaceae 411.
 Capsella bursa pastoris 190*, 397.
 Capsicum 410.
 Cápa 520*.
 Carabus auratus 519*.
 Carassius 660.
 Carcinus maenas 45*, 641.
 Cardamine 202, 397.
 Cardium edule 630.
 Carduus 412.
 Carex 119*, 201, 386.
 Carinaria mediterranea 633, 499*.
 Carinatae 665.
 Carlina 412.
 Carludovicia 387.
 Carmarina hastata 507*.
 Carnivora 668, 670.
 Carnivor növények 269.
 Carpinus 97*, 194, 391, 392.
 Carterius 605.
 Carum 405.
 Carus 421.
 Carya 391.
 Caryophyllaceae 393, 394.
 Caryophyllacus mutabilis 616.
 Caspary-féle réteg 228, 230, 236.
 Castanea 32, 194, 260, 392.
 Castellani 602.
 Castor fiber 670.
 Cassia fajok 172, 176.
 Casuarina 159, 250, 390.
 Catableps 439.
 Catalpa bignonioides 411.
 Catarhini 670.
 Cauloid rész 88, 90, 92.
 Cavia cobaya 670.
 Cebus capucinus 670.
 Cecropia adenopus 283*, 284*.
 Cedrus 32, 204.
 Cékla 393.
 Celastraceae 402.
 Cell 4, 422.
 Cellula 464.
 Celluloza 216, 241.
 Celtis 392.
 Centaureae 137*, 202, 321, 322*.
 Centranthus 170, 182.
 Centriolum 485.
 Centriola osztódása 210.
 Centroszféra 6, 485.
 Centroszóma 67, 466, 467*, 485.
 Centrospermae 393.
 Cephalanthera 390.
 Cephalaria 243*, 412.
 Cephalopoda 568, 629.
 Cephalotaxus 376.
 Cephalotorax 639.
 Cephalotus 155, 269, 270.
 Cerambyx Heros 647.
 Cerae spongia 607.
 Cerastium 161*, 394, 487.
 Ceratium hirundinella 338*.
 Ceratodus Forsteri 661*.
 Ceratophyllaceae 107, 244, 261, 396, 396*.
 Ceratozamia 77, 83, 375.
 Cerkaria 53*, 54.
 Cercis siliquastrum 400.
 Cerebratulus marginatus 610.
 Cerebroidalis dúc 568.
 Cereus 404.
 Cerianthus membrana-ceus 610.
 Cernthe 408.
 Cervus sal 669, 690.
 Celaspini 423.
 Cestodes 44, 612.
 Cestus veneris 610.
 Cetfélék 668, 669.
 Cetomorpha 668.
 Cetraria islandica 360.
 Chaerophyllum 405.
 Chaetognata 616.
 Chaetonotus maximus 617.
 Chaetopoda 619.
 Chalazogamia 382.
 Challenger-expedíció költségei 432.
 Chamaecyparis 380.
 Chamaeleon 26*, 663.
 Chamaeorchis 188.
 Chamaerops 386.
 Chara 30, 77, 92*, 93, 325, 343*, 344.
 Characium 87, 89*.
 Charales 342.
 Charcharodon Rondelletii 660.
 Chasmanterás virágok 183.
 Chasmogam virágok 183.
 Cheilosia chrysocoma 648, 649*.
 Cheiranthus beőtermése 193*.
 Chelidonium majus 396.
 Chelifer 650*.
 Chelonia 663.
 Chelis fimbriata 664.
 Chemotaxis 325.
 Chemosynthesis 266.
 Chemotropizmus 316.
 Chenopodiaceae 393.
 Chenopodium 393.
 Chetae 620.
 Chiasognathus Grantii 540*.
 Chilognatha 642.
 Chilomonas paramecium 602*, 603.
 Chilopoda 642.
 Chiropterophilae 187.
 Chimophila 405.
 Chiromys madagascariensis 670.
 Chinoptera 668.
 Chitin 637.
 Chitinhorgok 614.
 Chitinpáncél 545, 637.
 Chiton 567, 568*, 636*.
 Chlamydomonasok 49.
 Chlamydothrix 333*, 335.
 Chlora 407.
 Chlorococcum 93*.
 Chlorophyceae 340.
 Chlorosis aegyptiaca 618.
 Chlorosplenium aeruginosum 352.
 Choanoflagellata 603.
 Chodat 287, 295, 298, 318, 324.
 Chondracanthus gibbosus 680.
 Chondrin 502.
 Chondrioderma difforme 45, 46*, 242*.
 Chondrus 348.
 Chordata 652.
 Chorda dorsalis 652.
 Chorion 668.
 Chorológia 418.
 Chrysanthemum 412.
 Chrysotis amaronica 666.

- Chrysomonadales 346.
 Chun 557, 561.
 Cicadák 32, 648.
 Cichorium 23, 412.
 Cickafark 412.
 Cickány 670.
 Ciconia alba 666.
 Cicuta 405.
 Cienkowski 478.
 Cikászfélek 375.
 Cikkes becő 195.
 Cikória 412.
 Ciliata 600.
 Cimex lectularia 648.
 Ciona intestinalis 508, 563.
 Ciprusfélek 380.
 Cirbolyafenyő (Pinus cembra) 232*, 378*.
 Circaea lutetiana 405.
 Circumnutatio 323.
 Cirkuláció 211, 325, 387.
 Cirripedia 639.
 Circus 603, 628.
 Cirsium 412.
 Cissus fajok 393.
 Cistaceae 403.
 Cisztolit 216.
 Citoplazma 5.
 Citrom 136, 137*, 196.
 Citromsav 241.
 Citrullus vulgaris 412.
 Cladocora caespitosa 610.
 Cladonia 360*.
 Cladophora 91*, 96*, 341*.
 Cladostephus 93, 237.
 Cladotrix 333*, 335.
 Clathrococcus roseopersicinus 333*.
 Claude Bernard 535.
 Claus 495, 533, 548, 618, 627.
 Claviceps purpurea 353.
 Claytonia perfoliata 222*.
 Clematis 151, 194, 392, 396.
 Clepsidrina Blattarium 14*, 605.
 Closterium moniliferum 88*.
 Clostridium Pasteurianum 279, 280, 284.
 Clupea harengus 660.
 Clusia 174.
 Clusius 63.
 Cnidaria 38, 496, 607.
 Coccaceae 332, 333.
 Coccida 648.
 Coccinella septempunctata 647.
 Coccus cacti 648.
 Cochlearia 397.
 Cochlostomák 633.
 Cochlostyla mindoroensis 631*.
 Cocos 200, 386.
 Codonocladium candellabrum 469, 470*.
 Codonosiga botrytis 602* 603.
 Coecilia gracilis 662.
 Coeloglossum 390.
 Coelenteron 605.
 Coenurus cerebralis 615.
 Coelenterata 597, 605, 687.
 Coenobium 88, 89, 90*.
 Coenomonoikus fajok 165.
 Coffea 201, 411.
 Cohn 77, 268, 333, 397.
 Coiter Volcher 423.
 Colchicum autumnale 193*, 388.
 Coleochaete 91, 341.
 Coleoptera 645.
 Coleus 307*.
 Colocasia 253.
 Columella 364, 553, 632.
 Columba livia 666.
 Columbidae 665.
 Colutea 200.
 Commelinaceae 387.
 Compositae 412.
 Conchiolin 496.
 Coniferae 376.
 Conium 405.
 Conjugatae 339.
 Conjugatio 15, 539, 600.
 Coniunctivus 280.
 Connectivum 568.
 Constantin 123, 248.
 Contortae 407.
 Convallaria majalis 118*, 389.
 Convoluta Schulzii 566*.
 Convolvulaceae 408.
 Convolvulus 23, 407*, 408.
 Cooke 636*.
 Coordinatio 566.
 Copepoda 639.
 Copium Clavicorne 648.
 Coprinus 292.
 Copulatio 15.
 Corapa vomia 359.
 Corallineae 348.
 Coralliorhiza 42, 107, 119* 390.
 Corallium rubrum 581*, 610*.
 Corda 79.
 Cordyceps sphecocephala 272, 277*.
 Coriandrum sativum 405.
 Corispermum 393.
 Corium 546.
 Cornaceae 405.
 Cornella austriaca 664.
 Cornus mas 405.
 Corolla 163.
 Coronilla 195.
 Coronula 343.
 Correlatio 695.
 Corvus 666.
 Corydalis 329, 396.
 Corylus 33, 194, 391.
 Cosmarium 88*, 339.
 Cothurnia crystallina 43*.
 Cotinus coggygria 402.
 Cotoneaster 399.
 Crania anomala 624.
 Crassulaceae 398.
 Craterium 331.
 Crematogaster 479.
 Crenothrix 333*, 335, 698.
 Crepis 412.
 Crex pratensis 666.
 Crinoidea 625.
 Crocodilia 663.
 Crocodilus niloticus 664.
 Crocus 145*, 183, 389.
 Crotallus durissus 664.
 Cruciferae 397.
 Crustacea 637.
 Cryptogamae 372.
 Cryptomeria japonica 380.
 Csalánfélek 88, 168, 187, 222*, 392.
 -fonál 608.
 Csalánzók 496, 605, 607, 608, 610.
 Csalánsejtek 474, 608.
 -serte 496, 608.
 -szervek 476, 607.
 Csalogató szervek 149, 150.
 Csalóvirágok 188.
 Csatló 171.
 Csatornarendszer 516, 606.
 Csavarodó növény 315, 316.
 Csavarodva szóró termés 202.
 Csavaros vastagodás 217, 228.
 Csápartéria, páros 526.
 Csápmirigy 639.
 Császárkorona 143, 180.
 Cselőpók 651.
 Csempők virágzat 161.
 Csemete 204.
 Csenevész szervek 686.
 Csengetyűke fajok 125.
 Cseranyagok 214, 216.
 Cserebogár 543*, 646.
 Cseresznye 167, 201, 400.
 Cseri János, apáczai 424, 442.
 Cserjék 127.
 Csermelyciprus 403.
 Cser-szőmörce 402.
 Cserzőanyag 380.
 Csér, széki 666.
 Csésze 156, 163, 164, 398.
 Csészékürt 23.
 Csészelevelek 169.
 Csiga 498*, 529, 630, 631*, 632, 633.
 Csigolyák 655.
 Csik 505.
 Csikbogar 484, 646.
 Csikófejű hal 660.
 Csillagféreg 619, 622.
 Csillaghur 125, 162, 394.
 Csillagvirág 389.
 Csillangó 334, 489*, 574, 603.
 Csillangós ázalékállatka 43*, 599, 600, 603.
 -hámsejtek 525.
 -kamra 606.
 -véglények protoplazmája 488.
 Csillangószőrök 599.
 Csillós hám 494*, 519.
 Csipánz 670.
 Csiperkegomba 357.
 Csipketermés 198.
 Csipón csapós virágok 188.
 Csira 76, 191, 589.
 -függesztő 191, 203.
 -hám 498.
 -korong 361.
 -kromatin 488.
 -levél 589*.
 -növény 97, 85, 203, 204.
 -sejt 34, 482, 493, 538, 580, 582, 583.
 -tömlő 361.
 Csirázás 203, 204.
 Csolnak 170.
 Csomók 110, 342.
 -közők 342.
 Csomorika 405.
 Csomós gyökéralak 97.
 Csomóvirágzat 161.
 Csonkaláb 620.
 Csont 575, 667.
 -heg képződése 503.
 -héjas termés 196.
 Csontos hal 569, 592*, 659, 660.
 Csontszövet 500, 502, 503*, 511.
 -vázak 575, 657.
 Csomolya 106, 149, 201, 411.
 Csökevényes száraz 125.
 Csólakó 621.
 Csór alakja 665.
 Csörgőkigyo 664.
 Csőrösrovarok 645, 648.
 Csőszívűek 652, 654.
 Csöves mirigyek 497.
 Csöves rész 170.
 -viráguk 407, 412.
 Csúcsrügy 130.
 -sejt 90, 92, 95.
 Csuka 498*, 660.

- Csuklás majom 670.
 Csúasz hagyma 122.
 rügy 130.
 szemtermés 194.
 virág 163.
 Csutka virágzat 159.
 Csúszómászó 11, 31, 568,
 659, 662, 663.
 Csüd 664.
 Ctenophora 608.
 Cteniza cementaria 651.
 Cucubalus baccifer 116.
 Cuculus canorus 425,
 666.
 Cucumaria planci 628*.
 Cucumis melo 412.
 Cucurbita 98*, 173, 325,
 412.
 Cucurbitaceae 124, 224,
 412.
 Cukornád 219*, 384.
 -répa 97*, 394.
 Culcita pentangularis
 626.
 Culex pipiens 648.
 Cupressusok 32, 234,
 377, 380.
 Cupula 194.
 Cupuliferae 149.
 Cureulionidae 647.
 Curcuma longa 389.
 Cursores 665.
 Cuscuta 42, 273, 408.
 Cuticula 489*.
 Cutlervaceae 346.
 Cuvier György Lipót
 Krisztián Frigyes
 Dagobert báró 426*
 427, 428, 429, 432,
 451, 531, 605, 636,
 640, 645, 646, 650,
 661, 672.
 Cuvier rendszere 428,
 433.
 Cyanophyceae 335.
 Cyatheaceae 368.
 Cycadales 375.
 Cycadeák 11, 77, 128,
 130.
 Cycas 284, 375*, 376.
 Cycadofilices 374.
 Cyclamen-fajok 120,
 145, 407.
 Cyclops 619, 638*, 639.
 Cyclostomata 659.
 Cyclostoma elegans 633.
 Cyclosurus Mariei 631*.
 Cyclotella operculata
 88*.
 Cyclothone 562.
 Cydonia 399.
 Cygnus olor 666.
 Cyklikus virágok 181.
 Cyllindrella hystrix 631*,
 632.
 Cynanchum Vincetoxi-
 cum 407.
 Cynereae 321.
- Cynips 282*.
 Cynocephalus 520*, 670.
 Cyperaceae 383.
 Cyperus papirus 4, 385.
 Cypraea moneta 633.
 Cypridina mediterranea
 639.
 Cyprinus carpio 548*,
 660.
 Cypris fuscata 639.
 Cyripedium calceolus
 188, 390, 485.
 Cypselus apus 438, 666.
 Cysta 336.
 Cystopus Portulacae
 272.
 Cystopteris fragilis 369.
 Cytherea lutea 639.
 Cytisus 401, 409*.
 Cytoplazma 206, 211,
 212.
 Dacrydium 377.
 Dactylis 384.
 Daedalea quercina 357.
 Dagadás 303.
 Dahlia variblis 295*.
 Dajkákkal való szapo-
 rodás 14.
 Dalepadius 593*.
 Dalyell zoológus 32, 473.
 Daphne 157, 404.
 Daphnia 498*, 639.
 Dapsy László 457.
 Daravirág 195, 397.
 Darazsak lakása 647.
 Darázsvirágok 188.
 Darú 666.
 Darwin Charles R. 23,
 65, 67, 68, 76, 77,
 79, 270, 316, 319,
 329, 420, 433, 434,
 457, 540, 692, 696.
 -féle descendencia el-
 mélet 68.
 kiválogatódás tana 77.
 Darwinismus 434, 675.
 Dasypus gigas 669.
 Dasyurus viverrinus
 668.
 Datolyapálma 110*,
 386.
 Datura 23, 171, 410.
 Daubenton 427.
 Daucus 405.
 Davidoff 495, 500, 501,
 549.
 Decaisne 177.
 Decapoda 640.
 Delfin 669.
 Delphinium 193*, 396*.
 Delphinus delphis 669.
 Demodex folliculorum
 651.
 Dendroceros 364.
 Dendrocoelum lacteum
 613.
 Dendronotus arbores-
 cens 633*.
- Denevér 668, 670.
 Denevéreknek nyíló vi-
 rágok 187, 189.
 Denitrifikáció 279.
 Denitrifikáló baktériu-
 mok 335.
 Dentalium 630*.
 Dentaria bulbifera 12.
 Dercefű 394.
 Dermatogén 238.
 Dermochelys coriacea
 664.
 Descendencia-elmélet 68,
 76, 671.
 Desmidiaceák 87.
 Desmodium 319*, 321,
 323*.
 Desoria glacialis 645.
 Deszkaalakú támasztó-
 gyökerek 102.
 Determinánsok küz-
 delme 698.
 Detmer 252, 249, 255.
 291, 292, 294, 306,
 311, 314, 315, 319.
 Déleuropai gesztenye
 392.
 Diachenium 195*.
 Diageotropizmus 311,
 313, 315.
 Dianthus 167, 394.
 Diapensia 177*.
 Diaptonus Castor 638*,
 639.
 Diarch gyökér 96, 237.
 Diastatikus enzimek
 267.
 Diasztaze 266.
 Diatomák 22, 28, 41,
 48, 88* 258, 338.
 Dibbranchiata 635.
 Dicentia 181, 182.
 Dichogam virágok 184.
 Dichopodiális elágazás
 92.
 Dichopodium 114.
 Dicotyledoneae 65, 68,
 390.
 Dieranophyllum 375.
 Dicroceros 690.
 Dictamnus albus 176,
 402.
 Dictyota 237, 346.
 Dictyotaceae 346.
 Dicyemidák petesejtje
 485.
 Didelphys virginiana
 668.
 Didymium effusum
 324*.
 Differenciálódott sejtek
 8.
 Diffúzió 524, 525.
 Diffteritisz 334.
 Digitalis 160, 411.
 Diklin virág 164.
 Dimer magház 177.
 termő 176.
- Diminucio 492.
 Dimonoikus fajok 165.
 Dinnnyefajok 11, 180.
 Dinoflagellata 337, 602.
 Dioecia 16.
 Diófa 144, 165, 178*, 196,
 391.
 Diófafélék 391.
 Dioikis fajok 165.
 Diomeda exulans 666.
 Dionaea muscipula 21,
 23*, 44, 151, 269*.
 Dioon edule 375.
 Dioscoreae 120.
 Dioskorides 63.
 Diospyros génusz 407.
 Diószegi S. 81.
 Dioszmotikus uton való
 vándorlás 267.
 Diplochlamydeikus vi-
 rág 168.
 Diplostichia 99.
 Dipnoi 659.
 Dippel 72.
 Dipsacaceae 159, 194,
 412.
 Dipsacus 270, 412.
 Diptera 645.
 Direkt autogamia 184.
 Direkt sejtmegosztás
 209.
 Discus 180.
 Discolabe quadrigata
 475, 609.
 Discophora 619.
 Disjunctivus symbiosis
 280, 282, 283, 284.
 Dissomma 557.
 Disszimiláció 276.
 Distichum 79.
 Distomea 613.
 Distomum 53*, 54, 517*,
 536*, 613.
 Disznó 520*.
 Dobhártya 553.
 Doehmius duodenale
 618.
 Dodel-Port 2, 303.
 Dohány 23, 256, 410.
 Dohányfajó szádor 411.
 Dohrn tanár 32.
 Dolgozók 476, 477*.
 Doliolum denticulatum
 654.
 Dolichoderus 479.
 Dolichoglossus Kowa-
 levskii 622*, 623.
 Domatium 282*, 283.
 Doris Johnstoni 633.
 Dorner József 82.
 Dorsiventralis levelek
 133, 155, 228*.
 mohok 94.
 növényrészek 306.
 szájnyílás 220.
 tülevél 229.
 Dorstenia 162.
 Draba verna 292, 397.

- Dracaena 32, 224, 385*.
 Dracaenoideae 389.
 Draco volans 663.
 Dracunculus medinensis 619.
 Dreyer Frigyes 678.
 Driesch 493.
 Droebachiensis 627.
 Dromaeus Novae-Hollandiae 665.
 Dromia vulgaris 641.
 Drosophyllum 151.
 Drosera rotundifolia 21, 23*, 44, 201, 222, 223*, 270, 319, 398.
 Drosophyllum 151.
 Droseraceae 397.
 Drude 78.
 Dryas 400.
 Dubois 45.
 Duchartre 148, 161, 162, 181, 196, 305, 323.
 Ducsejtek 510*.
 Dudafürt 402.
 Dudvaszár 111.
 -törzs 110.
 Duisberg 490.
 Dujardin 466.
 Dugványozás 117, 300.
 Dulosis 479.
 Dupla virág 173.
 Dutrochet I. 74, 252, 430, 464.
 Duzzadtságok okozta mozgás 304.
 Dynamochorae 201.
 Dytiscus 484, 492, 498*.
 Ebenales 407.
 Ebermayer 240, 262.
 Ebszóló 410.
 Ecballium 197, 202, 304, 305*.
 Ecetféreg 617.
 Ecetsavas baktériumok 334.
 Echeveria 111.
 Echidna 667, 668.
 Echinaster sentus 625, 626.
 Echinocactus 404.
 Echinodermata 597, 624.
 Echinoidea 625.
 Echinokroin 505.
 Echinops 411.
 Echinorhynchus 619.
 Echinus 627, 683.
 Echinosperrum 201.
 Echium 408.
 Ectrobiosis 479.
 Ecsetvirágzat 160.
 Edentata 668.
 Edényalaku fasejtek 254.
 Edények 217, 234, 254, 422.
 vízszállítása 252.
 -nyalábok 133, 219, 223, 224, 225, 226*, 228, 231, 234.
 Edényes kryptogamok 86, 96.
 növények 66.
 Edwards 653.
 Effektor nyulványok 509.
 Efemer növények 125.
 Efemer nutatio 323.
 Egér 670.
 Egybekelés 35, 539, 579, 600.
 Egyén fejlődése 417, 688.
 Egyesen haladó mellékerek 135.
 Egyesesen szárnyasan erezett levelek 134.
 tenyeresen erezett levelek 134.
 Egyenesszárnnyak 645, 646.
 Egyenesszáru pimpó 23.
 Egyéni formálódás 590.
 plazma 15.
 sajátságok keverődése 539, 582.
 Egyenközi en eres levelek 134.
 Egyenlítői sík 490.
 Egyenlő csillangójuak 603.
 Egyenlőtlen méretű virág 182.
 Egyensúlyozó szervek 648.
 Egyértékű szervek differenciálódása 686.
 Egyévi növények 11, 32, 125.
 Egyfalkás porzók 174.
 Egyivarú virág 164.
 Egylakiak 16, 165.
 Egykörü virágok 181.
 Egymagvú kaszatra hasadó termés 195.
 leppendékek 195.
 Egyényári növények 125.
 Egységesen szervezett test 215.
 Egysejtűek 2, 223.
 Egysejtű desmidiaceák 88*.
 kovamoszatok 88*.
 növények 87.
 telep 87.
 szervezetek 470, 524.
 Egysugarú gyökér 237.
 Egyszerű átermések 197.
 főér 133.
 főgyökér 99.
 gödörkével vastagodott sejt 217.
 levél 147.
 termések 193.
 virágzatok 158.
 virág 170.
 Egyszikűek 65, 68, 145, 227, 230, 382.
 Egytengelyű növények 116.
 Egytermőjű virágok 197.
 Együregű magház 194, 195.
 termések 195.
 Együttelés 152, 280, 478, 479.
 Együtt porzók 174.
 Ehrenberg 55.
 Eichler 175, 330.
 -féle rendszer 68.
 Eimer Tivadar 434, 694.
 Ektoderma 516, 589, 607.
 Ektoparazita 613.
 Ektoplasma 5.
 Ektotroph mykorrhiza 282.
 Elaeagnus 222, 223*, 281.
 Elágazás 92, 98, 113*, 114*, 115*, 116.
 Elágazó erezet 227.
 főgyökér 99.
 Elastin 501.
 Elaterák 364, 370.
 Eleagnaceae 404.
 Eleatusok 673.
 Elefánt 442, 505, 669.
 -csont palma 387.
 Elektromos áramok a növény testében 302.
 harcra 578*.
 szervek 575, 576.
 áram erőssége 577.
 Elektrotropizmus, negatív 316.
 Elemi fajok 685.
 szervezet 7, 466.
 Elephas 669.
 Eleveuszölő állatok 204, 593.
 Elfásodás anyagai 216.
 Elhusosodott kocsány 197.
 Ellatae 336.
 Ellenállóképesség 216.
 Ellenés részek 416.
 Elliptikus gödörkék 217.
 Elmulás természetes 35.
 Előbél 516, 519.
 Elodea 103, 133, 261*, 325, 383.
 Előlevelek 149.
 -pelyva 149.
 Előrehaladó átalakulás 593.
 fejlődés 593.
 Előtelep 361, 362, 364, 368, 373.
 -zápfog 667.
 Elpárologtató szervek 251.
 Elpusztuló növényzár 231.
 Elsődleges bélsugár 225, 231, 233.
 keletkezés 52.
 kéreg 216, 217, 225, 229, 230, 236.
 sejtfal 207, 214.
 Elsőrendű ág 113.
 Elülköpoltyús csiga 632, 633.
 Elválasztó hámsejtek 496.
 idegsejt 509.
 Elválzott növényrészek 197.
 Elythra 646.
 Ember 11, 497, 505, 534*, 570*, 670.
 -anatomia 416.
 bélgyiliszája 618.
 pántlikagiliszája 615.
 Embrió 85, 190, 191, 368, 373, 374.
 -alakulás 190, 191.
 Embriologia 417.
 Embriónális állapot 206.
 anyag 290.
 levelek 131.
 sejt 289.
 Embriózsák 179, 372, 373.
 Embryophyta 373.
 Emergenciák 222.
 Emery 100, 117, 123, 149, 159, 173, 396.
 Emésztés 470, 514, 522, 523, 525.
 Emésztőanyag 44.
 -levelek 151.
 -nedvek 520, 522, 657.
 -szervek 514.
 Emlők 667.
 Emlősök 31, 521, 527*, 528*, 529, 544*, 569, 659, 666, 667.
 ivarszervei 667.
 érendszerei 667.
 rendszere 667.
 Emlőzacskó 667.
 Empetraceae 402.
 Empetrum nigrum 128, 402.
 Empusa 304.
 Emys europea 664.
 Encephalartos 375.
 Endiviaefolia 360.
 Endlicher István 66, 82, 330.
 Endocarpium 193, 196.
 Endodermis 225, 230, 236.
 Endogén származás 98, 100.
 Endoplazma 5, 489*.
 Endosporium 368.
 Endospermium 191, 213, 374.
 Endosphaeraeae 340.
 Endospóra 334.

- Endothelréteg 527.
Endozmozis 74, 243.
Energia elhasználása 513.
Energia, ozmotikus 302.
Engelmann 478.
Engelmann-féle kísérlet 261, 262*, 325.
Engler A. 78, 80, 302, 330, 373.
Engler-féle rendszer 68.
Enteropneusta 622.
Entoderma 589, 607*.
Entomográfia 416.
Entomophilae 187.
Entomostaca 639.
Entoparaziták 613.
Entopodit 638*.
Entz Géza 43, 478, 600, 603.
ifj. Entz Géza 338.
Enzima 44, 266, 267, 481, 522.
Enyves termés 201.
Epe 657.
Epejárat 657.
Eper 11.
Eperfafélék 199, 392.
Eperia diadema 651.
Ephedra 380, 381*.
Ephemera 31, 366, 533*, 645*.
Epicarpium 193.
Epidermisz 219, 222, 229, 545.
Epigenézis 593.
Epigyn virág 166, 167, 178.
Epilobium 404.
Epipactis 390.
Epiphyta növények 101, 247, 274.
Epipogon 42, 107, 119, 390.
Episporium 368.
Epistylis 3*, 603.
Epithel sejtek 217, 495*.
Epocus pergandei 480.
Equisetales 369.
Equisetum 236, 370*, 371*.
Equus caballus 669.
asinus 669.
Eranthis 120, 180.
Erdei fenyő 32, 116, 128.
káka 386.
pajzsika 303*.
tulipán 316.
Erdészeti állattan 419.
Erek összehúzódó tehetősége 525.
Ereszes rész 170.
Ereszték 171, 172, 568.
Erezet 133, 134, 227.
Ericaceák 281, 405.
Ericales 405.
Erigeron 412.
Erinaceus europaeus 67, 670.
Eriochor termés 201.
Eriodendron fajok 102.
Eriophorum 166*, 168, 194, 385.
Erjedés, alkoholos 354.
Erjesztő anyag 44, 276.
Ernyő 159, 563*.
Ernyősök 111, 119, 135, 149, 162, 164, 180, 182, 184, 194, 195, 405.
Erodium 172*, 202, 401.
Errantia 621.
Errera 257.
Eryngium 405.
Erszenyesek 668.
Erysimum 397.
Erythraea 407.
Esenbeck, Nees von 77.
Esox lucius 660.
Esteli pávaszem 649.
Estike 397.
Eszmetársítás 570.
Etiolálás 296, 297.
Ettingshausen 133, 134.
Euastrum oblongum 88*.
Eucalyptus 128, 155, 250, 253, 404.
Eucheuma spinosum 348.
Eudendrium ramosum 609.
Eudorina 22.
Euglena 22, 47, 48*, 49, 337, 603.
Eumycetes 349, 352.
Eupagurus 641.
Eupatorium 188, 412.
Euphorbia 147*, 204, 299*, 402*.
Euphorbiaceae 402.
Euphrasia 273, 411.
Euplectella aspergillum 606.
Euscorpius banaticus 650.
Euspongia officinalis 607.
Eusporangiatæ 366.
Eustachius 422.
Eustomias obscurus 559*.
Eutermes 479.
Evezők 170.
Evező lábúak 639.
Evezőlábú csiga 633.
rákok 638*.
Evezőtapogató 638.
Evezőtollak 665.
Evolucio 671, 676, 683.
Evonymus 129*, 402.
Evnövények 44.
-polipok 474.
Exkrétumok 496.
Exoascus 352*, 353*.
Exocarpium 196.
Exodermisz 236.
Exogén származású növényrészek 99, 100, 117.
Exosporium 364.
Exosmosis 243.
Explodiflorae 187.
Expodit 638*.
Ezüstfafélék 280, 404.
-fűz 104.
-levelű hárs 403.
Ezerjófű 407.
Ébenfafélék 407.
Ébrenléti állapot 320.
Édesgyökér 369.
-kömény 405.
-vizek partjain élő növények 200.
-vízi gyöngybagoly 630.
-vízi hidrák 13*, 516*.
szivacs 43.
Éger 391.
-fa 104, 130, 159, 258.
Égértővisfajok 123.
Égés állati testben 537.
Éjjeli helyzet 320.
-lepkvirágok 188.
Éjjelnyló szilene 23.
Éj királynéja 23.
Élesztőgombák 87, 354.
Élet 2, 6, 9, 30, 35, 59, 415.
első csirái 51.
eredete 51, 57.
-erő 74, 76, 417.
-feltételek megváltozása 512.
-jelenségek 483.
keletkezése 58.
-mód 418.
-működés periódikus ingadozása 36.
-nyilvánulások 9, 10.
-tan 69, 75, 76, 239, 415, 417, 423, 430.
-tani egység 468, 469.
tartama 30, 31.
Élő állatok morfológiai ismerete 417.
Élőlények anyagforgalma 41.
formálódása 698.
szaporodásmódjai 11.
természetes csoportjai 2.
testének összetétele 2.
Élőldi életmód 45.
Élősködés 280.
Élősködő állatok 613, 681.
fenyőspárga 405.
gombák 93.
növények 125, 271, 273.
rák 518.
tömlősgombák 353.
Emlős, csőrös 677.
Éneklők 677.
Éneklő kabóca 648.
Ép levél 132.
levélhüvely 135.
-élű levél 138.
Érdeslevelűek 162, 195.
Érelágazások 226.
Érés folyamat 582.
Érett termések 192, 199.
Érhálózat 133, 227.
Érintési inger 298, 318, 319.
Érrendszer 525, 526, 527, 658.
Érzék bimbók 548.
Érzékenység növekedése 657.
Érzékeny növények 21.
Érzékhám 499*.
Érzéki dúc 568.
Érzék sejtek 546, 563.
-szervek 21, 72, 219, 499, 545, 546.
Érző hám 499, 509.
idegsejt 509.
Érzőke 320.
Érzőpolipok 475.
Éterikus olajok 241.
Éti csiga 631*.
Északi Magyarhon viránya 82.
Évelő növények 11, 125, 126, 127.
Évgűrűk 232.
Évgűrűkben kezdődő bélsugár 233.
Faanyag 216.
Fabius 440.
Fabricia 590.
Faderék 112.
Fagales 391.
Fagyúmirigyek 666.
Fagocita 26.
Fagopyrum 393.
Fagus 32, 167*, 194, 391.
Fagyal 128, 407.
Fagyöngy 105, 115, 130, 166, 201, 214*, 274.
-harasztok 102, 111, 128.
hervadása 252.
Faj 327, 595.
állandósága 65, 66, 67, 672, 674, 682.
átalakulása 692.
eredete 67, 457.
fenmaradásának biztosítása 513, 518.
-fentartás 588.
-fentartó szervek 538.
-formálódás 674, 693.
helyi változatai 677.
keletkezése 76, 77, 435, 676, 693, 701.
-keverékek 76.
kipusztulása 329.

- Faj megkülönböztetése 328.
szaporodása 329.
teremtése 66.
testi jellemvonásai 679.
változékonysága 683.
Fajsorozat, rokon 329.
Fajták 677.
Fajgyűlékek 301.
Fakin 274.
-félék 105.
Fakó szittyó 388.
Fakultatív élősködő 271
 rabszolgatartó rabló-
 telepek 480.
Falco islandicus 666.
Fali gyík 663.
Falkás porzók 174.
Falkenberg 342.
Fallopia 422.
Falópolip 474, 475.
-sejt 26.
Falvastagodás módja 217.
Fa, másodlagos 231, 232
Familia 329.
Fanyaláb 96.
Faparenchyma 217.
Fárisz 223.
Farinosae 387.
Farkas 440, 450, 670.
Farkasalmafélék 174*,
 175, 393.
Farkas boroszlánfélék
 157, 404.
 fogképlete 667.
 -fütej 299*.
Farkas Franzius 421.
Farkas-Vukotinovic La-
 jos 82.
Farkazott termés 200,
 202.
Fark, felemás 659.
-tollak 665.
Fasudár 112.
-tengely 112.
Fatio 648.
Fató 112.
-törzs 110, 111.
-tuskó 112.
vezérhajtása 112.
Favia cavernosa 610.
Fa vízszállító képessége
 254.
Fazekas M. 81.
Fácán közönséges 666.
Fák 127, 128.
Fán lakó növények 101,
 247, 274.
Fás növények 125, 127,
 294, 323.
Fátyol 367, 513*.
Fecske 666.
-farku pille 649, 684.
Fedélkes borulás 129.
Fedetlen magvúak 68.
Fedett magvúak 68.
Fedett rügy 130.
Fedőhám 494*, 495*,
 496.
Fedőlevél 149.
-tollak 665.
Fehér ákác 321*
 fagyöngy 393.
Fehérjeforrás 270.
Fehér fűz 391.
 hársfa 128.
Fehérje alakulása 264.
 kristalloidák 213.
 -nemű anyagok 5, 241.
Fehér lilium 389, 122.
 -máj 520.
 mustár 306*.
 nyárfa 32, 97*, 128,
 sövényvirág (Anthe-
 ricum ramosum)
 388*.
 tündérrózsa 394,
 395*
 véresejt 504*, 505.
 zászpa 388.
Fejecskés termés 197.
Fejcesvirágzat 159.
Fejespenészek 349*, 350
 -salátalevél 241.
Fejlődései megegyező-
 ség 687.
Fejlődés, 593, 673, 675.
-tan 69, 417, 598, 687.
Fej izomzata 657.
szelvényei 637.
-tetű 648, 649*.
-tor 639.
Fekete áfonya 297*,
 406.
 bodza 162.
 bors 391.
 földi tök (Cucurbita
 Pepo) 318*.
 géb gyomra 526*.
 hunyor (Helleborus
 niger) 221*.
Fekete József 84.
Felbőr sejtek 219.
Felemás levélzet 154.
szárnyuak 648.
Felfutás módja 112.
Felfutó komló 314*.
 növények 315, 317.
Felis 670, 677.
Felkar 656.
Fellel 144, 148, 149,
 154.
Felmelegedés 320.
Felnyíló dynamochar-
 termések 201, 202.
Felső állkapocs 642.
Felsőbbrendű élőlények
 3, 4.
Felszár 656.
Felszívó hám 498, 499*.
 sejtek 520.
szövetrendszer 219.
Felületi feszültség ener-
 giája 302.
Fentartó szervek 513.
Fényfogó szervek 554,
 556, 557.
Fenyő 293.
-félék 159, 376, 379,
 380.
 toboz pikkelyei 142.
-szeder 649.
-szövő lepke 649.
Fermentum 276.
Ferula 405.
Festékanyagok 241,
 484, 556.
Festődő anyag 6.
Festőkágyló 630.
Festuca 384.
Félcsérjék 127.
Félig átalakuló rovarok
 644
 lefutó levelek 137.
 rejtett mézzel bíró
 virágok 188.
 rejtett rügy 130.
 telt virág 170.
Félkörös virágok 181.
-majmok 668, 670.
-parazita növények
 106.
-saprofita növények
 106.
-szeres pártá 170.
Fény-elmaradás ingere
 296.
-fogó sejtek 554, 561.
formáló hatása 297.
hatása a növekedésre
 295, 296, 306.
intenzitásának válto-
 zása 309.
iránya 297, 308.
jelensége 302.
-sugarak szabályszerű
 elosztása 557.
-visszaverő réteg 559.
váltakozása 295.
Féregszérő mozgás 574.
Féregpók 651.
Férgek 11, 12, 525, 531*,
 542*, 580, 597, 611,
 612, 620.
Féreg bőrizomtömlője
 574*.
 idegrendszere 565,
 612.
 ivarszervei 612.
 kiválasztószervei 611.
 petéjének barázdáló-
 dása 590.
 vére 612.
Fésűkágyló 630.
Fészekgyökerű kosbor
 107.
Fészekhágyók 665, 666.
-lakók 665, 666.
-pikkelyek 149.
-virágzat 159.
Fészkesek 114, 126, 149,
 160, 165, 168, *169,
 170, 174, 182, 184,
 194, 200, 320, 321,
 412.
Fészkes virág 163.
Fiahordó 668.
Fibrillák elrendezkedése
 507.
Fibrovezálisrendszer 29.
Ficus 101, 102*, 155,
 162*, 201, 216, 392.
Filago 412.
Filaria-félék 619.
Filarszky 92, 343.
Filicales 366.
Filhol 639.
Filogénia 417, 435.
Fiókhagymák 122.
-sejt 493.
Fischer 212, 280, 633.
Fitofiziologia 417.
Fittonia 308*.
Fiziologia 69, 72, 417.
Fiziológiai égis 276.
 növényhisztologia
 205.
Flagell 336.
Flustra 47, 600.
Fleischmann 434, 523,
 534.
Flemming 72.
Flora Posoniensis 82.
Florida 41.
Flourens-féle törvény
 31.
Flower 521.
Flustra foliaceae 38*.
Foeniculum vulgare 103*
 405.
Fogak 667.
Fogamzó sejt 15.
Fogas 660.
 levél 138.
Fogasan felnyíló termés
 196.
Fogazat 657, 667, 670.
Foghijasok 668.
Fogó polipok 474.
Fogólevelek 151.
Fogódkodásra módo-
 sult szárképletek
 124.
Fogoly 666.
Fogódkodó szár 113.
Fogókarok 519.
Fojtó kapaszkodó lég-
 gyökér 101.
Fokhagyma 241*, 388.
Fokozatos kialakulás
 329.
Foltos szalamandra lár-
 vája 548*.
 kontyvirág 387.
Folyami kagyló 487.
 rák 498*, 526, 531*,
 567*, 638, 641.
Fomes 356.
Fonálközi állomány
 467*.

- Fonálférgék 498*, 616, 617.
 alaku gyökér 97*.
 -moszatok 90.
 Fonálas gombák 352.
 láncolatok 12.
 szövettettű telepek 91, 93.
 gombák 349.
 Fonaldarabok 208.
 Fontinalis 366.
 Foraminiferák 599, 601, 602.
 Forficula auricularia 446.
 Forgó 161.
 Forgós fűrt 163.
 Forma 329.
 Formálódás 673, 698.
 Formáló tényezők 305.
 Formica 480, 647.
 Formicoxenus 479.
 Forróföldi kutyatej-félék 127.
 kaktuszfélék 127.
 Forsythia 407.
 Forrtszirmuak 405.
 Fossombronia 363.
 Foszforszkálás jelensége 277.
 Fosszil növények 78, 79, 80, 82.
 Fotobaktériumok 335.
 Fototropizmus 23.
 Fototaxis 23.
 Főemlősök 668, 670.
 Főér 133.
 Főgyökér 97*, 98, 99, 204.
 Főgyűjtőér 528.
 -ideghártya 561.
 Földalatti szárazak 118.
 sziklevelek 144, 203.
 Földi eper 108, 126, 129*, 199.
 Földfeletti szár 118, 308.
 sziklevelek 144, 203.
 Földigilisza 12, 529, 548*, 565, 567*, 611, 621.
 Földi János 426.
 Földi pöször 647.
 tők (Bryonia alba) 317*.
 Főrügy 130.
 Főszár 112, 113.
 Fragaria 166, 399.
 Fragmentációs sejtmag-
 oszlás 209.
 Francé 602.
 Frank 146, 223, 265, 281.
 Franzius 444.
 Fraxinus 32, 407.
 Freycinetia 189.
 Fringilla coelebs 666.
 Fritillaria 183.
 Fritsch 571.
 Fritzsche 324.
 Frullania 94.
 Fucaceák 94, 346.
 Fucus 206, 211*, 256, 346.
 Fucoida 41.
 Fuchs 63.
 Fuchsia 168*, 169, 170, 253.
 Fullánkosak 647.
 Fuligo 324, 331, 332.
 Fumaria 6*, 210*, 262*, 329, 361*, 396.
 Fűrődő termések 202.
 Fűrőláb 629, 630.
 Fuss Mihály 82.
 Futómadarak 665.
 Futrinka, aranyos 519*.
 Fűfélék 99, 111, 184, 187, 194.
 Füge 136.
 Fügetermés 197*, 199.
 Fül 657.
 részei 553, 554.
 Fülbemászó 646.
 Fülemlé 666.
 Füléshagoly 666.
 Fűfű 296*.
 Fűneműek 106, 135.
 Fűrészes levél 138.
 Fűrge gyík 663.
 Fűrészdarazsak 647.
 Fűrt 159.
 Fűrtös virágzat 158.
 Füstike 396.
 Fűvek 136, 253, 258.
 Fűzék 204, 391.
 Fűzér 159.
 Fűzérés buga 163.
 fűrt 163.
 Fűzfa 114, 117, 130, 159, 164, 181, 201.
 -fajok 128.
 -félék 391.
 Fűzényfélék 404.
 Fűzike 201.
 fajok 404.
 Gabonafélék 125, 383.
 -neműek 11, 204, 350.
 növények gyökereinek
 hossza 245.
 -rozsa 350, 396.
 Gadus morrhua 660.
 Gagea 388.
 Galacsinhajtóbogár 646, 647*.
 Galagonya 124.
 Galaktose 241.
 Galamb agyveleje 570*.
 -begy 411.
 -félék 665, 666.
 tüdeje 535.
 -virág 396.
 Galandfűjű férgek 44, 518, 612, 613, 615.
 Galanthus 148, 183*, 389.
 Galenus 63.
 Galeodes araneoides 650.
 Galeopsis 409.
 Galium 195, 411.
 Gallér 149.
 Gallérka 149.
 -levelek 149.
 Gallinaceae 665.
 Gallinsoga 412.
 Gallus domesticus 666.
 Gallyak 116.
 Galóca, mézszínű 350*.
 Galton 700.
 Galvanotropizmus 24.
 Gamador 409.
 Gameta 15.
 Gammarus pulex 640.
 Gamós támasztó léggyö-
 kerek 102.
 Gaudry 549.
 Ganglion 567.
 Ganoidei 659.
 Garat 489*, 657.
 Garatdúc 566, 568.
 Garatfeletti dúcok 619, 637.
 ideggyűrű 564, 566.
 Gärtner C. F. 76, 77.
 Garypus 650.
 Gáspár Frigyes 593.
 Gastropcha pini 649.
 Gastrophilus equi 648.
 Gastropoda 629.
 Gastrula 589, 597, 605.
 Gátló berendezés 583.
 Gaule 57.
 Gavialis gangeticus 664.
 Gaza Theodorus 422.
 Gázcsere 533, 534.
 Gazdaállat 613.
 Gazdanövény 105, 106, 273.
 Gazella 669.
 Gazilla 107.
 Gázlók 665, 666.
 Geddes 478.
 Gegenbaur 526.
 Geitonogámia 184.
 Gekko 663.
 Gemmae 365.
 Gemmula 13.
 Genealogiai rendszer 417.
 Generatio 11, 15, 52, 77, 431.
 Generatív magvak 77.
 sejt 174.
 Gentiana 407.
 Gentianaceae 407.
 Genus 329.
 Genykokkusz, láncos 334.
 Geodia gigas 607.
 Geológiai fejlődés 687.
 Geophilus electricus 642.
 Georgina 103, 105.
 Geotaxis 24, 325.
 Geotropikus mozgás le-
 folyása 311*.
 Geotropizmus 24, 74, 99, 100, 104, 306, 309, 311, 312, 313, 314, 315.
 Gephyrea 619.
 Geraniaceae 401.
 Geranium 116, 183*, 202, 401.
 Geregy 303.
 Gerepesin 412.
 Gerle 666.
 Gerincagy 569.
 Gerincesek 454, 597, 654.
 agykérge 571.
 agyveleje 570*.
 érzékszervei 657.
 fejlődése 658.
 felosztása 529, 659.
 hallószerve 553.
 helyzetérző szervei 553.
 idegrendszere 568.
 ivarszervei 658.
 kiválasztó szervei 538, 658.
 lélekzőszerve 533.
 szeme 554, 556*.
 szívének izomzata 508.
 tüdejének fejlődése 534*.
 váza 500, 654.
 Gerincagy 569, 589*.
 -velő 657.
 -húr 589*, 652, 655.
 -húros állatok 652.
 oszlop 655.
 Gerinctelenek felosztása 529, 652.
 idegrendszere 568.
 szagló szerve 549.
 Gesner Konrád 53, 421*, 424, 445.
 Geszt 235.
 Gesztenyefa 144.
 Gém 666.
 Gémmor 172, 303, 401.
 Geyler 92.
 Gibbon 670.
 Giesenhagen 88, 91, 96, 98, 99, 104, 121, 124, 129, 137, 144, 146, 157, 160, 161, 168, 169, 171, 172, 173, 175, 179, 186, 192, 193, 195, 197, 199, 234, 245, 320.
 Gigantactis 562, 600*.
 Gigartina 348.
 Ginkgo 77, 199, 373, 374, 375.
 -félék 375.
 Gladiolus 121, 168.
 Glaucum 350.
 Gleba 358.
 Glecoma 409.
 Glecsér bolha 645.
 Gleditschia 124*, 400.

- Glikogén 5, 10.
 Globigerina bulloides 602*.
 Globulariaceae 411.
 Globularia 411.
 Gloeocapsa 89, 336.
 Glomeris pustulata 642.
 Gloriosa 151.
 Glumae 383.
 Glumiflorae 383.
 Glutin 502.
 Glükózák 213.
 Glükózidák 214.
 Glycine chinensis 113.
 Glycyrrhiza 148.
 Glykokoll 266.
 Glykosidák 241, 267.
 Gnaphalium 412.
 Gnetumfélék 380.
 Gobius niger 520*.
 Goebel 70.
 Goepfert 79.
 Goethe W. 69.
 Goldschmidt 486, 487, 488.
 Gólya 666.
 hír 396.
 -orrfélék 401.
 Golyó 509.
 Gombafonalak 107.
 -gyökér 96, 97*.
 -symbiosis 104.
 Gombák 42, 68, 82, 87, 91, 272, 280, 348, 349, 350, 355.
 Gombáskertek 283.
 Gomoly 269.
 virágzat 161.
 Gomphonema constrictum 88*.
 Gonádok 16.
 Gonidium réteg 359.
 Goniodaridus 627*.
 Goninemus vertens 563*.
 Gonium 22.
 Gonochorista állatok 16.
 növények 16.
 Goodyera 390.
 Gordius-félék 619.
 Gorilla 670.
 Gossypium 22*, 403.
 Göbel 94, 370.
 Gödörkék 214, 215, 217.
 Gödrös virágtengely 197.
 Gönye 169.
 Görbülés 212, 307, 308, 318, 603.
 Görbült magdudor 179*.
 magrügy 179.
 Görcsös dermedés 334.
 Görely 667.
 Görög dinnye 412.
 teknősbéka 664.
 Graaf-féle tüsző 497.
 Graber 575.
 Graff 12.
 Gracilaria lichenoides 348.
 Grallatores 665.
 Graminea virágzat 111, 383*.
 Grana 210.
 Grassi-Feletti 56.
 Gratiola 411.
 Greeff 3, 37, 579, 621.
 Gregarina 605.
 Gregorius 674.
 Grevé 677.
 Grew Nehemiah 4, 70, 71, 422, 463, 464.
 Grisebach A. 78.
 Gromia oviformis 29*, 602.
 Grossinger János 425.
 Grube 478.
 Grus cinerea 666.
 Grütznér 507.
 Gryllotalpa vulgaris 646.
 Gryllus campestris 646.
 Gubacsdarazsak 299*.
 -legyek 299.
 Gubacsok 647.
 Guignard 67, 72, 174, 373.
 Gumó 118, 119.
 Gumóska 122.
 Gumók tápláló szövete 217.
 Gumós gyökéralak 97.
 Gunnera 284.
 Gurgolya 405.
 Guttaperka 407.
 Gümőkór 334.
 Günther 660, 661.
 Gymnadenia 390.
 Gymnocladus 130, 148.
 Gymnophiona 662, 677.
 Gymnospermák 224, 373.
 Gymnospermae 66, 68, 374.
 Gymnospermák kalyptragenje 238.
 periblémája 238.
 szárának tenyésző csúcsa 238.
 pleromája 238.
 Gymnosporangium Sabinae 355*, 356.
 Gymnotus 578.
 electricus 576*.
 Gynandropsis 167.
 Gynostemium 390.
 Gyrodactylus elegans 613.
 Gypaetus barbatus 666.
 Gypsophila 394*.
 Gyanták 241.
 Gyantasejtek 218, 234.
 Gyapjas szemtermés 194.
 Gyarapító ág 113.
 Gyászoló estike 23.
 Gyermeklánczfű 204.
 Gyertyán 115, 130, 200, 391, 392.
 gyökere 281*.
 Gyepi béka 662.
 Gyékény 119, 200.
 Gyík 529, 663.
 Gynaecium 163.
 Gynodioikus fajok 165.
 Gynomonikus fajok 165.
 Gyujtoványfű 117, 126, 411.
 Gyujtótapló 356.
 Gyűjtő edényrendszer 658.
 Gyűjtőterek 528.
 Gyümölcs 193.
 -fa 11.
 Gyűrűs állású levél 142.
 Gyűrűsféreg 525, 566, 611, 619.
 Gyűrűs férgek kiválasztó szervei 537*.
 Gyűrűsen vastagadó gödörkék 217.
 Gyűrűs sejtfa vastagodás 217.
 Gyűrűzési kísérlet 252.
 Gyűrűzött ág 267*.
 Gyűszűvirág 159, 411.
 Gyógyszereszi állattan 419.
 Gyomor 519, 606, 657, 669.
 Gyomormésztés 523.
 Gyomornedv mirigyek 657.
 Gyökerek 69, 73, 85, 96, 97*, 107*, 117, 193*, 237, 308, 310.
 Gyökerek edénnyalábjai 225.
 hosszanti növekedési övei 293.
 kialakulása 96.
 növekedésének megfigyelése 292*.
 szöveti szerkezete 96.
 osztályozása 96.
 Gyökérágak 85, 97*, 98, 289, 312.
 Gyökérfej 98.
 Gyökérfeji rákok 44, 594.
 Gyökér geotrópikus görbülése 291*, 312*.
 -gumók 103, 105.
 haj 96.
 hajszálképletei 107, 259, 260*.
 -hajtások 117.
 -hálózatot alkotó léggyökerek 101.
 hidrotropizmusa 315*.
 -kacsok 101.
 -lábu állatocskák 47.
 növekedése 292.
 -nyomás 252*, 253.
 -rendszer 85.
 -rontó galóca 357*.
 Gyökér-rostok 98.
 -süveg 96, 108, 238, 289.
 szerkezete 236.
 -szörök 222, 236, 245.
 -telen növények 107.
 tenyésző csúcsa 289.
 -törzsek 118, 119, 310.
 -tövis 104, 150.
 vizfelvételre szolgáló felülete 246.
 Gyökérszet 107, 245.
 Gyököcske 96.
 Gyöngyike 168, 389.
 Gyöngyvirág 119, 389.
 Gyöngytermő kagylók 32.
 Gyömbér 389.
 Haberlandt G. 72, 219, 220, 222, 226, 244, 308, 313, 318, 434, 485.
 Haberle 82.
 Hadrom 223.
 Hadromal 216.
 Haeckel Ernő 57, 417, 418, 433, 434, 469, 470, 472, 597, 688.
 Haemamoeba 56.
 Haematokrom 340.
 Haemocyanin 505.
 Haemoerythrin 505.
 Haemoglobin 505.
 Haemopsis vorax 621.
 Hagyma 118, 121, 122, 150.
 Hagymagumó 100, 118, 121.
 Hagymatölk 121.
 Hajlam 482.
 Hajnalka 23.
 Hajszálerek 658.
 Hajszálhálózat 527.
 Hajszálképletek 221, 223.
 Hajtások 113, 116, 255*, 292.
 Halak 11, 31, 559*, 656, 659.
 csirahámja 498.
 idegrendszere 568.
 vérkeringése 527*.
 Halál 30, 33, 34.
 -fejű lepke 649.
 Haleotis tuberculata 633.
 Hales St. 73, 246, 251, 252.
 Halhatatlanság 34.
 Halicore dugong 669.
 Halimeda 342.
 Halisarca Dujardini 607.
 Hal kopoltyúja 530.
 rája 498.
 tüdős 498*.
 Halla parthenopea 621.
 Hallás 657.

- Haller Albert 423, 425*, 432, 568.
Hallócsontocska 553, 554.
-sejtek 553.
-szervek 547, 552, 657
Halmadály 622.
Halophyta 259.
Halorrhagidaceae 405.
Hálósan vastagodó gödörkék 217.
Halterák 648.
du Hamel 73.
Hamman, Ludwig van 423.
Hamualkotórészek 241, 255, 258, 266.
Hám 490, 494*, 545.
elválasztotta mérgek anyagai 546.
idegszövet 495.
Hámsejtek 519.
elszarusodása 496.
szerepe 520.
Hámszövet 495*, 511.
Hangadó rovarok hallószervei 552.
szerv 665.
Hangafélék 405.
Hangézés 553.
Hangyák 405, 478*.
államalkotása 476, 647, 681.
fullánkjai 647.
lakása 647.
szociális együttélése 479.
szellemi tehetsége 644.
Hangyaleső 466, 647*.
Hangyanövények 152.
Hangyász 526*, 669.
Hansen 274, 293, 353, 550.
Hanstein I. 72, 190, 191, 238.
Hanyatló átalakulás 593.
Hánes 218, 223, 224, 231.
Hapale penicillata 670.
Haplobacterinae 333.
Haplochlamydeikus virág 168.
Haptotropizmus 319.
Harangvirág 169, 328, 412.
Harangvirágfélék 170, 412.
Harántosikolt izmok 507*, 508.
Harántszájú hal 659.
Harasztformájuk 68.
Harasztok 130, 132, 152, 224, 360, 366, 368.
lévelének szerkezete 227.
rhizomái 366.
Harcsa 577, 659, 660.
Haris 666.
Harkály 666.
Harmadlagos sejtfalréteg 207.
Harmadrendű ág 113.
Harmatfű 23, 151, 319, 397.
Háromkörű virágok 181.
Három metszésű csúcssejt 95.
Háromsugarú gyökér 237.
-tengelyű növények 116.
Hársfa 115, 147, 163, 172, 200.
-félék 403.
Hartig Th. 72, 93.
Hartsoeker 593*.
Hártya, amphipyreninből 484.
Hártyás exocarpium 196.
szárnyúak 645, 647.
válaszfal 196.
Harvey 51, 346, 422, 423, 430.
Hasadás 156.
Hasadó gombák 87.
Hasadt hüvely 135.
Hasadó termések 194, 196.
Hasadt láb 638.
levél 139.
Hasdúclánc 566, 619, 637, 644.
Hasi izmok 534.
levelek 92.
sejt 363.
Hasnyálmirigy 497*, 520, 657.
Hasogatott levelek 132, 141.
Hasúszó 656.
Haswell 601.
Hasznossági elv 77.
Határreteg 211.
Hatkörű virágok 181.
Hatlábúak 642.
Hatschek 517, 525, 531, 536, 631*.
Hatteria 663, 676.
Hattyú 666.
Háti levelek 94.
Hátsó végtagok helye 656.
Haustoriumok 93, 106, 364.
Havasi fenyő 128.
flóra 407.
göte 500*.
gyopár (Leontopodium alpinum) 250*, 412.
rózsa 406.
Havers-féle csatornák 503.
Házi bolha 648, 649*.
galamb 666.
gomba 356*.
kutya 425.
légy 648.
méh 647.
Hazslinszky Frigyes 82*, 83.
Háztartástan 418.
Hedera helix 124, 405.
Hedwig I. 71.
Hedysarum 195.
Heer Oswald 67, 78, 79*.
Hegyi lóhere 116.
Helcophagi 53.
Heleocharis 386.
Helianthemum 403.
fajok 128.
Helianthus 23, 412.
Helichrysum 412.
Heliotaxis 23.
Heliotropikus jelenségek 307, 308.
Heliotropizmus 23, 306, 307, 308.
Heliozoa 43, 601.
Helix 32, 497, 541, 631, 634.
Helleborus 175, 396.
Helmholtz 55, 59.
Helmont, van 423.
Helobiae 382, 383.
Helotismus 282.
Helyváltoztatás 28, 573.
Helyzet egyensúlyérzék 21.
Helyzetérző érzékszervek 547, 551*, 552.
Hemerocallis 161.
Hemilythra 648.
Hemicyklikus virágok 181.
Hemimetabol rovarok 644.
Hemiptera 648.
Hengeres gyökér 97.
Hepaticae 361.
Heracleum 405.
Heraklitos 420, 673.
Herdman 652.
Here 498, 540.
-vezeték 544.
Herkogam virágok 185.
Hermafroditaság 16, 543.
Hernyók 495, 645, 649.
Hertwig 11, 17, 18, 45, 468, 473, 475, 478, 497, 563, 564, 568, 611, 615, 617.
Hervadás 298.
Hesperis 23, 397.
Hesse 548.
Heterakis maculosa 618.
Heterocerk 659.
Heterochlamydeikus virág 164.
Heterodistyl faj 177, 185.
Heterodrea Schacht 617.
Heteroikus gombák 350, 355.
Heteromerikus telep 359.
Heteropleuron 654.
Heterosporia 371, 372.
Heterostylia 177, 185.
Heterotricha 603.
Heterotroph növények 260, 268, 271, 273.
Heterophyllia 154.
Heteropoda 633.
Heuffel János 82.
Heverő szár 113.
Hexacorallia 610.
Hexapoda 641, 642.
Hexobasok 266.
Héja 666.
Héjakut 270.
Héjas hagyma 122.
Héjmirigy 639.
Héris 396.
Héring 660.
Hétpöttyös bőde 647.
Hévízi tündérrózsa 394.
Hézagoltó idegszövet 495.
Hiányos virágok 963.
Hiánytalan virágok 163.
Hibernia defobaria 540*.
Hibiscus 403.
Hibridek 301.
Hidas gyök 663.
Hides dermetség 25, 294.
Hidexvériük 529.
Hidrák 496, 574*, 580*, 581, 607, 608.
Hidromedusa 608.
Hidropolipok 28, 473.
Hidrotropizmus 316.
Hieracium 137*, 163, 412.
Hieroicoen 52.
Hiéna 670.
Higroszkopikus húsmozgás 370.
szórképletek 202.
Himantoglossum 390.
Himek 155, 163.
Himcsirasejt 492, 498*, 538, 583, 584.
Him előtelep 373.
Himelőző virágok 184.
Him ivarkészülék 644.
-nősség 16, 543.
-nős virág 164.
-parthenogenezis 20.
-por 649.
-virág 164.
Hiponaszitikus levél 323.
Hipparion 690.

- Hippo 672.
 Hippocampus anti-quorum 660.
 Hippocastaneaceae 403.
 Hippokrates 63.
 Hippopotamus 505, 669.
 Hippuris 236*, 238.
 Hirasé 77.
 Hirudo 621, 525*, 542*, 666.
 Histologia 416.
 Hisztogén 238.
 Hitzig-Fritsch-féle kísérletek 571.
 Hiuz 670.
 Hizóka (Pinguicula) 151, 271*.
 Hód 667, 670.
 Hoffmann 166.
 Hofmeister Ed. 482, 483
 Hofmeister W. 67, 71, 72, 76, 77.
 Hóleus 384.
 Holló 443, 666.
 Hollóorrscsont 656.
 Hollós 359.
 Holometabol rovarok 644.
 Holotricha 603.
 Holothuria tubulosa 628.
 Holothuroidea 625.
 Homár 461.
 Homarus vulgaris 641.
 Homochlamydeikus virág 164.
 Homogam virágok 185.
 Homoiomerikus telep 359.
 Homoki vipera 664.
 hagyma (Allium sphaerocephalum) 388*.
 Homológia 416.
 Homoptera 648.
 Homo sapiens 670.
 Homosporás növények 370, 371.
 Hónalji rügy 130.
 Hónapos retek főgyökere 97*.
 Hooke Robert 4, 70, 422, 462, 464.
 Hooker 346.
 Hoppe-Seyler 278.
 Hordeum 385.
 Horgok 518, 613.
 Horgonyzó termések 202.
 Horhi Melius Juhász
 Ihász Péter 81.
 Hormogonium 334.
 Horsley 571.
 Hosszuágú főgyökér 99.
 farku rák 641.
 Hóvirág 146, 150, 167, 389.
 Hoya 117, 124.
 Hődermetség 25.
 Höhnél 254.
 Hőmérsék jelentősége 286.
 Hőmérséklet változásai 25.
 optimuma 294.
 Hőkoztá merevség 294.
 Hörgő 658.
 Hőscincér 647.
 Hőszabályozó berendezések 528.
 Hullámzó hártya 489*,
 nutatio 323.
 Humboldt 31, 78, 578.
 Humulus Lupulus 314, 392*.
 Humusz 74.
 -készítő szervek 151.
 -teória 74.
 Hunyor 148, 180, 396.
 Hura crepitans 202.
 Hurférgék 53, 619.
 Hurokszervek 538, 611.
 Husáng 405.
 Husevő növények 44, 269, 319.
 Husos mellékgyökerek 103.
 termések 197, 201.
 válaszfal 196.
 Huxley T. H. 428*.
 Hüvely (vagina) 544.
 cikkek 195.
 Hüvelyesek 320, 400.
 Hüvelytermés 195.
 Hyacinthus 144*, 389.
 Hyaena striata 670.
 Hyalaea complanata 633.
 Hyaloplazma 211.
 Hybrid fajok 76.
 Hydathodák 253.
 Hydatina senta 617.
 Hydra 12, 13*, 608, 581.
 Hydrachna globosa 651.
 Hydrachnida 651.
 Hydrilla 103*.
 Hydrocharis morsus ranae 127*, 383.
 Hydrodictyon 89.
 Hydrogam növények 186.
 Hydroideák 608.
 Hydroidpolip 609.
 Hydrolapathum 91*, 92.
 Hydromedusa 609.
 Hydromystria stolonifera 245*.
 Hydrophilae 186.
 Hydrophylus piceus 646.
 Hydrophyta növények 287.
 Hydropolypok 563.
 Hydropteridales 366, 369, 373.
 Hydrozoa 14, 608, 609.
 Hygrochorae 200.
 Hygroskópos mozgás 302.
 Hyla arborea 662.
 Hylobates syndactylus 670.
 Hymenium 356, 349.
 -gonidiumok 359.
 Hymenoptera 645.
 Hyomandibulare 512.
 Hyoscyamus niger 192*, 193*, 410.
 Hypha 349.
 Hypholoma fasciculare 358*.
 Hypochaeris 412.
 Hypoderma 229.
 Hypoderma bovis 648.
 Hypogyn virág 167, 166*, 176.
 Hypotrachia 603.
 Hyracotherium 690.
 Ibolya 11, 169, 177, 180, 182, 189*.
 Ibolyafélék 183, 185.
 Iberis 159.
 Ichneumon 441, 647.
 Ichneumonidae 647.
 Id 208, 209.
 Idegdúcok 565.
 Idegek 21.
 Idegen anyagok felvétele 513.
 Idegen megporzás 183, 184.
 Idegfonalacsák 554.
 -gyűrű 563*.
 -hártya 559, 561.
 -nyulványok 509.
 -rendszer 21, 455, 562, 563, 564, 568, 644, 657.
 -rostok 509*, 510, 565.
 -sejtek 508, 509, 513.
 -sugár 564*.
 -szövet 508, 509.
 Idiolaszták 217.
 -kromatin 488.
 Igazi gyöngyagyló 630.
 Iglicz 401.
 Ikeno 77.
 Ikerbogyó termés 197.
 Ikertermések 197.
 Ikravirág 397.
 Illegitim megporzás 186.
 Ilicium 196*, 197.
 Illó olajok 267.
 Ilex aquifolium 402.
 Imbibicio 303.
 Imola buzavirág 321.
 Impatiens 168*, 202, 204, 292, 305*, 320, 403.
 In szövet 501*.
 Indák 123.
 Indigofera tinctoria 400.
 Indás növények 126.
 Indica 404.
 Indigofera 401.
 Indusium 367.
 Indirekt autogámia 184.
 Indirekt osztódás 209.
 Indukált mozgások 322.
 Ingenhousz 73, 74.
 Inger 21, 72, 306, 307, 318, 322, 325, 498, 546.
 felfogása 313, 319, 322, 509.
 vezetése 562.
 Ingeranyagok 258.
 -áttétel 562.
 -lékenység 9, 20, 22, 24, 26, 27, 28, 546.
 Ingó nutatio 323.
 Inia boliviensis 669.
 Insectivora 668.
 Insectivor növények 269.
 Insecta 641.
 Internodium 342.
 Intussusceptio 214.
 Invertáló enzimek 267.
 Involutum 363, 412.
 Interkaláris növekedés 292.
 Intramolekuláris lélekzés 276.
 Inula 412.
 Inulin 412.
 Io Akrogynae 363.
 Ipari állattan 419.
 Ipomea rosea 23.
 Irharéteg 546.
 Iriarteia 104.
 Iridaceae 387, 389.
 Iringó 405.
 Iris 389.
 Iriszfélék 389.
 Irritabilitas 20.
 Isatis 195, 200.
 Isocardia vulgaris 630*.
 Isoetes 373.
 Isoëtaeae 371.
 Isostichia 98.
 Isopyrum 396.
 Isolateralis levelek 133.
 Istállótrágya 260.
 Istápfű 412.
 Ischikawa-Weismann 578*.
 Iszalag (Clematis vitalba) 214*, 233*, 318*, 392, 396.
 Iszapcsiga élettartama 32.
 Ivadéksere 14, 654.
 Ivarérettség 10.
 -mirigyek 497, 540, 668.
 Ivaros generáció 362, 368.
 szaporodás 15, 77, 301, 580, 581, 582.
 Ivarsejtek 16, 34, 209, 361.
 -szervek 16, 190, 544*.
 Ivartalan generáció 368.

- Ivartalan szaporodás
11, 580, 581, 600.
- Ivarvezeték 540.
- Izek 110, 614.
- Izeltlábu állatok 455,
545, 549, 556*, 566,
597, 636, 637, 652.
- Izelt potrohú pókfélék
650.
- testű férgek 566.
- orrúak 640.
- Izlandi zúzmó 360.
- Izletes rizike 357.
- Izlés szerve 657.
- Izlóserték 550.
- szerve 547, 549,
550*.
- Izodes ricinus 651.
- Izolatérális levelek 228,
229.
- Izom 507, 509, 513, 534,
574, 575*, 656.
- Izomfibrillák 506.
- idegszövet 495.
- lemez 589*.
- rost, harántcsikolt
507.
- szövet 505, 506, 511.
- sejt 487*, 507.
- szerkezete 657.
- trichina 618.
- Izomyocetes 332.
- Izzadság mirigyek 666.
- Jaculus 441.
- Jácint 168, 389.
- Jammes 489, 521, 524*,
542, 574.
- Jamin-féle lánc 255.
- Janssen Hans 70.
- Jan 422.
- Zakariás 70.
- Járlékos gyökér 97,
100, 103, 108.
- rügy 130.
- szárak 112, 117.
- Jegenyefenyő 114, 128,
253, 379*.
- nyár 391.
- Jeges medve 670.
- Jégmadár 666.
- Jellemző virágképlet
396.
- Jerikói lenc 315.
- rózsa 200, 302*.
- Jezsámen 130.
- Jickeli 698.
- Jobbra csavarodó nő-
vény 113, 315.
- Jódpróba 42, 263, 266.
- Jóféle gesztenyefa 128.
- Jolithus 341.
- Jonbin 654.
- Jonstonus 422.
- Jordan 329.
- Jost 251, 285, 295, 323.
- József nádor 81.
- Jucca 163*, 224.
- Juglandales 391.
- Juglans 391.
- Juh 669.
- Juharfa 114, 134, 180,
181, 195, 200.
- félék 200, 403.
- Julus foetidus 642.
- Juncaceae 388.
- Juncus lamprocarpus
165*.
- Jung 535.
- Jungius I. 69.
- Jungermanniaceae 361,
362, 363.
- Juniperaceae 155.
- Juniperus 199*, 355,
374, 376, 377, 380,
383.
- Jurányi Lajos 72, 77,
83*, 84.
- Jurinea 412.
- Jussiaea-fajok 103, 235*
328.
- de Jussieu B. 65, 330.
- Kabak 196.
- Kabócák 648.
- Kacuros levél 141.
- Kacsaringók 124, 151.
- Kacsalábú rák 639.
- Kacsok 101, 124, 151,
317, 318.
- Kagyló 629.
- héj 630*.
- Kagylók kopoltyúja 630.
- köpenye 630.
- Kagylós rák 639.
- Kajszinbarack 400, 463.
- Kakaofa 403.
- Kakascímer (Rhinan-
thus major) 106,
272*.
- láb 396.
- taréj 411.
- Kaktuszfélék 123, 402,
404.
- termetű kutyatejfé-
lék 402*.
- Kakuk 425, 505, 666.
- fűfajok 165, 409.
- torma 397.
- Kákafélék 111.
- Kalapács 554.
- Kalapos gombák 274*.
- Kalchbrenner Károly
82.
- Kallus fejlődése 300.
- Kalyptra 238.
- Kalyptrogén réteg 238.
- Kambium 224, 231.
- Kaméleon 26*.
- Kampós szörök 201.
- Kámfor 241.
- Kanada balzsam 380.
- Kanadai liliom virágpor
anyasejtjei 209*.
- Kanálfi 174*.
- Kanári madár 505.
- Kancsóalakú levelek
151.
- Kankalin 131, 159, 169,
171, 181, 185, 407.
- fajok 131, 174, 177,
406.
- Kant 9.
- Laplace-féle felfo-
gás 51.
- Kántábri szulák 407*.
- Kanyargós élű levél 138.
- Kányafa 165, 411.
- Kapaszzkodó gyökér 308.
- léggyökerek 100.
- növények 315, 317.
- szár 113, 117.
- szervek 93.
- termés 202.
- Kapillícium 46.
- Kapotnyak 393.
- Káposzta 117, 195, 397.
- pille 649.
- Karácsonyfa 379.
- Karbamid 74, 481.
- Kardfarkú rák 532.
- Kardinális hőmérsékek
287, 294.
- Karélyos levél 138.
- Kariogamia 354.
- Kariokinetikus osztódás
209, 210.
- Kariokinézis 72.
- Karioplazma 5.
- Karógyökér 99.
- Karok 116.
- Karotin színanyagok
211.
- Karpogonium 348.
- Karsten 112, 142, 147,
157, 160, 163, 165,
166, 167, 168, 170,
179, 183*, 339, 373,
374, 376, 382.
- Kárafélék 342.
- Kárak 344.
- Kársz 660.
- Kásafű 411.
- Kaszat termés 194, 195.
- Kaszáspók 651.
- Katáng 23.
- Katonák 476.
- Katlanosan csapós vi-
rágok 188.
- Kávécserje 411.
- Kazári fecske 666.
- Kazvini 674.
- Kecsege 661*.
- Kecske 669.
- béka 505.
- fűz 391.
- rágó 402.
- Kehelysejtek 496, 497*.
- Keleti csótány 605.
- Keletindiai rizs 384.
- Keltike 120.
- Keményítő 5, 75, 212,
241, 263, 266, 267.
- hüvely 230.
- képzők 211.
- liszt 10.
- Keményítő réteg 228.
- szemcskék 42, 212,
314.
- Kemotaxis 24.
- Kemotropizmus 24.
- Kender 11, 166, 267,
392.
- Kendernővény vízelpá-
rolgása 245.
- Kengyel 554.
- Kennel 476*.
- Kent 48.
- Kenyérkészítés 354.
- Kerekded gödörkék 217.
- Kerekes férgek 616.
- Kereklevelű harmatfű
44, 271, 318, 398.
- Kerekcsájúak 659.
- Kereskedelmi állattan
419.
- Keresztcsigolya 655.
- Keresztesek 258.
- Keresztespók 651*.
- vipera 664.
- virágok 126, 167,
169, 170, 172, 180,
182, 192, 397.
- porcellánbetegsége
352.
- Keresztvezdős 76.
- Kerékszerv 616.
- Keringés 30.
- Keringési szervek 514,
523.
- Keringő mozgás 211,
325.
- nutatio 323.
- Kerner 143, 165, 250,
271, 308, 314, 321.
- Kertészeti állattan 419.
- Kerti csiga 32, 497, 541*.
- mák 116, 396.
- rózsa 174*.
- szilvafa 400.
- Kerületi idegrendszer
563.
- Keselyű, szakállas 666.
- Keserűfű 177, 315.
- félék 192, 393.
- Kettéosztás, befűződés
által 210.
- Keverékfajok 301.
- Kevért telep 479.
- Kevéssertéjű férgek 620.
- Kék fűz 391.
- moszatok 335, 336.
- Kémiai irány 415.
- Kénes baktériumok 277,
335.
- Kénguru 668.
- Kényszermozgások 566.
- Képalakító szervek 556,
557.
- Képlátás 556.
- Kéreg, elsődleges 216,
225, 229, 230, 236.
- Kéreggyökerek 105.
- Kéreg, másodlagos 231.

- Kéreg parasejtjei 216.
 plazma 489*.
 Kérész 643, 645*.
 Kérődzök 519, 521, 559, 669.
 Kései rügyfakadás 131.
 Kétéltűek 568, 570, 659, 661, 662, 677.
 Kétéltű keserűfű 287*.
 Kétéves növények 125, 126.
 Kétfalkás porzók 174.
 Kétkopoltyusok 635.
 Kétkörű virágok 181.
 Kétlakiak 16.
 Kétmetszésű csucssejt 95.
 Kétnyári növények 126.
 Kétoldali részarányosság 611.
 Kétrétű virág 170.
 Kétszárnnyak 645.
 Két szemmel való látás 561.
 Kétszikűek 65, 68, 144, 204, 224, 227, 231, 390.
 Kétszikű fák 234.
 Kétszivókások 613.
 Kéttengelyű növények 116.
 Kéz, fogódzó 670.
 -tő izület 656.
 -közép izület 656.
 Kibontakozás 592.
 Kiesirázó növény 204.
 Kigyó 440, 663.
 -karuak 625, 626.
 -méreg 664.
 -nyelv 153.
 -szisz 126.
 Kihalt állatok 417.
 növények 68.
 Kihegyezett sejtek 217.
 Kikírics 121, 201, 195.
 Királydinnye 401.
 -gomba 357.
 -sas 666.
 Kircher Athanasius 52.
 Kísérősejtek 218.
 Kisütés 577.
 Kiszáradás 294.
 Kitaibel Pál 81*, 82.
 Kiürítő nyílás (anus) 489*.
 Kiválasztó szervek 489*, 514, 525, 536, 537, 538, 544.
 Kiválogatódás 77, 434, 582, 673, 675.
 Kivezető nyílás 606*.
 Kivi 665.
 Klebs 18, 48, 297.
 Klein 3.
 Klein Gyula 228, 271.
 Klein Jack Theodor 425.
 Kleistantherás virágok 183.
 Kleistogam virágok 183.
 Kleopatra kigyó 664.
 Kloaka 657.
 Klorofill 5, 7, 27*, 41, 43, 101, 210, 221, 241, 261, 262, 268, 273.
 Klorokruorin 505.
 Kloroplaszták 210, 212, 262.
 Klorózis 258.
 Klunzinger 611.
 Knautia 412.
 Knight A. 74, 309.
 kísérlete 309*.
 Knopp 257.
 Kny 229, 231.
 Koch 56, 364.
 Koehler 150.
 Kocsány 113, 197.
 Kocsányos tölggy (Quercus pedunculata) 32, 128, 233*.
 Kocsánytalan tölggyfa 128.
 Kocsonyás kötőszövet 500*.
 Koelreuter I. G. 76.
 Kohaut 649.
 Kohézió 302.
 Kokuszdió (Cocos nucifera) 196, 215*, 241, 387.
 Kókusztej 387.
 Kókusz palma 386.
 Kókusz térfogata 332.
 Kolakobiosis 479.
 Kolbe 532.
 Kolera bacillusok 332, 334.
 Kolibrik 189.
 Kollagén 501.
 Kollaterális edénynyalábok 224.
 Kollaterális mellékágak 114.
 Kollaterális melléküregy 130.
 Kollenchymás vastagodás 216.
 Kolloidális szerkezet 212.
 Kolokán 383.
 Koloncok 103.
 Kombináció 582.
 Komló 113, 200, 222*, 315, 392.
 Kompasznövények 250.
 Koncentrikus edénynyaláb 225.
 Kondor 666.
 Konidiumok 334, 349, -tartó 350.
 Konjugáció 339.
 Konjugáták 339.
 Konjunktívus symbiosis 284.
 Konkoly 394.
 Kontyvirág-félék 150, 159, 277.
 Kopácsos borulás 129.
 Kopoltyusok 637.
 Kopoltyú 526, 531, 657.
 -bél 658.
 gyűjtőerek 526.
 -ív 658.
 hajsálerei 527.
 Kopoltyuslábuk 639.
 Kopoltyútüdők 532.
 Kopoltyúürege 531.
 Koponya 655, 667.
 Kopra 386.
 Korai rügyfakadás 131.
 Korall 28.
 Korallina rétegek 348.
 Korálsziget 610.
 Korallok telepe 501*, 581.
 Koranemész 586.
 Koresok 683.
 Korhadéklakó növények 107.
 Koriándrom 405.
 Kormánytollak 665.
 Kormofita növények sejtje 206.
 Korongalaku barázdálódás 587.
 Kóros növények 125.
 Korpafűfélék 238, 114, 153, 360, 271.
 Korreláció 286, 300.
 Korschelt 199, 484, 486.
 Kosbor 105, 107, 189*.
 Kosborfélék 101*, 103, 108, 169, 173, 178, 185, 191, 201, 389, 390.
 Kossel 481.
 Kotló őriaskigyó 529.
 Kovács Gyula 82.
 Kovamoszatok 87, 338.
 Kovasav 216, 219.
 Kozmozgók tana 59.
 Kócsatorna 624.
 Kőfali pintyó 308*.
 Kőkény 124*, 400.
 Kőkorallok 610.
 Kőkőresin 131, 200, 396.
 Kölesönös himnósság 543.
 Köldök 178.
 Köldökzsinór 178.
 Köles 201, 384.
 Kőmag 196, 408.
 Kőmény 405.
 Kőnaspolya 399.
 Könnyezés, növényeké 252, 254.
 Könnyökizület 575, 656.
 Könnyvscorpió 651.
 Köpenyduc 568.
 Köpenymirigy 632.
 Kőrís 32, 130, 181, 194, 407.
 Kőrísbogár 646.
 Kőríslevelű ezerjófű 402.
 Kőrőkörös virágok 181.
 Kőröm 170, 670.
 Kőröntőfélék 398.
 Kőrös virágok 182.
 Kőrte 196, 509.
 Körtefa 114.
 Körtelen virágok 181.
 Körtikefélék 405.
 Körülesillangósok 603.
 Kősejtek 217.
 Kötélgyökér 99, 101.
 Kötőfűz 391.
 Kőtörőfajok 188.
 Kötőszövet 500, 500*, 501*, 511, 512.
 Kővi rózsza 143, 398.
 Közbülső állatalakok 519.
 termékek 522.
 Középalakok 582.
 Középbél faladata 516.
 Középponti henger 230, 601.
 Középső réteg 606.
 Közömbös együttélés 479.
 Közönséges avarhanga 406.
 boróka 380.
 ecsetpenész 350*.
 éti csiga 631.
 fejes penész 350, 351*, 10nc 23.
 moly 649.
 nád 384.
 napraforgó 412.
 oroszlanfog (Leontodon hastilis) 319*.
 páfrány 369.
 renci (Utricularia vulgaris) 268*.
 som 405.
 szarkaláb 396*.
 szünnyog 648.
 varasbeka 662.
 Központi henger 219.
 idegrendszer 503, 509.
 magvúak 393.
 oszlop 177, 178.
 Középponti testecskék 6, 206.
 Közvetett inger 319.
 Krabbe 360.
 Kraemer 212.
 Krak 31.
 Kriptogám növények 206.
 Kristálydruzák 213.
 Kristályos szerkezet 212.
 Kristálytömlők 218.
 Krokodil 441, 663.
 Kromatikus testek 484, 486.
 Kromatin-anyag 6, 208, 485, 487*, 489, 490, 584.

- Kromatofórák 27, 206, 207, 210, 212, 337, 340.
szaporodása 210.
Kromidiális fonalak 486, 487, 488.
szervek 486, 488.
Kromidiumok 488.
Kromogén baktérium 335.
Kromoplaszták 210, 211
Kromoszómák 19, 208, 290, 411, 490, 492, 582.
Kryptogam növények 68, 82.
Kucsmagomba 350.*
Kukorica 165, 212, 229*, 245, 246, 257*, 324, 384.
üszöggombája 353.
Kulcsesont 656.
Kullancs 651.
Kunkor 161.
Kupacs 149, 194.
Kupacosz makk 194.
növények 168.
Kupaesermő fák 282.
Kupak 194.
Kupakocsa 194.
Kurkumapapiros 389.
Kúszó mozgás 324.
termés 202.
Kúszók 665, 666.
Kúszóláb 666.
Kúszónövények 116.
szár 113.
Kutikulás hám 494*, 495*.
hártya 219.
párolgás 248.
Kutin 216.
Kutya 450, 520, 570, 670.
-tejfélék 149, 160, 163 196, 402.
Külölösködők 613.
Küllőrojt 412.
Különböző csillangójúak 603.
Különfajú erek 527.
Különleges ingerek 305.
Külső elválasztás 497.
hangvezető csatorna 554.
idegfonat 564.*
lélegzőkör 530.
morfológia 69.
szájvégi idegrendszer 563.
szelvényezettség 611.
tényezők a növény megalakulásában 299.
Kültakaró 545.
Labdaróza 411.
Labellum 390.
Labiatæ 182, 407, 408.
Laboda 176, 393.
Lacaze-Duthiers 610*.
Lacerta 663.
Lactaria deliciosa 357.
Lactuca 309, 412.
Lajhár, háromujjú 669.
Lakhelytan 418.
Lakktetű 648.
Lagunák 525.
Lamarek János 9, 67, 428, 429*, 433, 694.
Lamellák 229.
Lamellibranchia 629.
Laminariák 93,* 94, 345, 346, 348*.
Lamium 409.
Landois 497.
Lang F. A. 82, 536, 603, 604.
Langusza 641.
Lapátalakú nyujtvány 531.
Lapockacsont 606.
Laposféreg 612, 613, 616.
bélrészei 517*.
Laposhám 494.
Lapos tülevelek 229.
Lappangó élet 30.
Larix 32, 376, 379.
Larus 498, 666.
Laska-gomba 357.
Lateralis geotropizmus 311, 315.
Lathraea 268, 273, 411.
Lathyrus 136, 150, 151, 203.
Lauraceae 396.
Laurencet 429.
Laurent 257.
Lavendula 409.
Laveran 56.
Laverania 56.
Lavoisier 41, 73.
Lazac 660.
Laza kötőszövet 501.
Lábasfejük 529, 568, 629, 634, 635.
Lábatlan kételtűk 662.
Lábközizület 656.
Lábtőizület 656.
Lágyécsigolya 655.
Lágytestűk 31, 455, 628.
Láma 669.
Lándsahal 568, 654*.
fejlődése 588*, 589*.
Lángbagoly 666.
Lápok növényzete 365.
Lárva 518, 593, 614, 615.
táplálkozása 647.
Látás 567, 657.
Látószervek 547, 551, 554, 555*, 644, 657.
Leánysejtek 269.
Lecsepült szár 113.
Lecsüngő ágak 116.
Lednek 148.
Ledum palustre 405.
Leeuwenhoek Antal 422 423*.
Legitim megporzás 186.
Leguminosae 191, 400.
Legyek lárvái 645.
Legyező 162.
-pálma 386.
Lehajló ágak 116.
Lehulló magvak 199.
pálhák 135.
termés 194, 199.
Lehülés 320.
Leiró állattan 416, 422.
Leitneriales 391.
Lemanea 348.
Lemejkék 147.
Lemna 387, 27*.
Lemnaceae 387.
Lemur macaco 670.
Len (Linum usitatissimum) 23, 177, 201, 230*, 401.
Lencse 104, 401, 509, 556, 557, 644.
Lenfélék családja 401.
Lens 401.
Lencitellák 235.
Lentibulariaceae család 411.
Leo 677.
Leontopodium 412.
Lepas anatifera 639*, 640.
Lepel 156, 163.
Lepellevelek 168.
Lepelhez nőtt porzók 174.
Lepényfa 130, 147, 148.
virágzat 162.
Lepidium 155, 397.
Lepidodendron 371.
Lepidoptera 645.
Lepidosiren paradoxa 661.
Lepidosteus osseus 660.
Leptocardia 568, 652.
Leptodra hyalina 639.
Leptom 223.
Leptiplana laevigata 613
Leptosporangiatæ 366.
Leptothorax Emersoni 479.
Leptothrix buccalis 87*.
Lepkék 594*, 643, 645, 649.
Leppendék termés 194, 195.
Lepus timidus 670.
Leuckart Rudolf 53, 55, 428,* 597, 615, 629, 651.
Lesczye-Suminsky gróf 77.
Lespès 478*.
Lessoma 345, 346*.
Leucandra aspera 606.
Leucin 266.
Leucobryum 363.
Leucocjum vernum 157*.
Leukoplaszták 210, 211.
Leunis 38, 39, 635.
Levegő-gyökér 308.
lehülése 251.
megújítása 533.
-nyílások 249, 250.
páratartalma 299.
szénsavtartalma 262.
Levelek osztályozása 144.
Leveles gyomor 669.
Leveli béka 662.
Lévlél 23, 85, 96, 131, 134, 135, 141, 147*, 148, 150, 151, 228, 230, 250.
alakbeli tulajdonságai 135.
alapja 135.
alapszöve 133, 217, 225.
-ágak 123.
-állás 69, 141, 142.
csúcsa 135.
-dudorok 131, 132, 145, 149.
elhelyezkedési viszonya 142, 143.
erezete 133, 227.
éle 135.
fejlődése 132.
fonákja 135.
-formák 132, 138, 139, 140*, 141, 150.
-forradás cseresznyefán 352.
-gerinc 147.
hegye 135.
-hólyagok 151.
-hüvely 132, 135.
-kacsok 151.
-karély tövis 150.
kialakulása 132.
-korona 111, 128.
-körök tagjainak száma 142.
-lemez 132, 135, 137, 138*, 139*, 141, 225, 306, 308.
-mozaik 143.
-nemű gyökerek 104.
növekedése 292.
-nyél 132, 135, 136.
-odús növény 152.
-párna 132, 135.
-rózsa 111, 143.
szerkezete 225.
széle 135.
színe 135.
transversal heliotropizmus 308.
-tetvek 648.
-tömlők 151.
-tövis 150.
-üstök 143.
-vágó hangyák 283.
váll 135.

- Levélzöld 41.
 Levélke 147.
 -kacsok 151.
 -tővisék 150.
 Leydig 533, 549.
 Légcsere 533.
 Légcsőkopoltyuk 643, 650.
 Légcsővek 641, 649, 651, 658.
 Légcsővesek 637, 641, 650.
 Légygökerek 100.
 Légnylások 641.
 Légyvar 220.
 -rés 220.
 -zacskók 665.
 -zsákok 534, 535.
 Légyfélék 645, 648.
 Légyölő galócza 358.
 Légyvirágok 188.
 Lélekzés 39, 74, 275, 276, 530.
 Lélekző gyökér 104, 310.
 Lélekzőszervek 277, 514, 530.
 Lépes szerkezetű protoplazma 467*.
 Lépfene 334.
 Lényeges elemi életjelenségek 468*.
 Létérti küzdelem 675.
 Lánok 113, 387, 396.
 Lianofora flagellata 339.
 Libanoni cédrus 32, 128.
 Libatopfélék 393.
 Libellula depressa 646.
 Libriformú ostok 218.
 sejtek 234.
 Lichenes 358.
 Liebig Justus 74.
 Ligamentum 512.
 Ligetszépe 405.
 Lignin-anyag 216.
 Ligustrum 407.
 Ligula 383, 616.
 Liguliflorae 321, 412.
 Liliulidák 616.
 Likacsosan felnyíló termés 196.
 Likacsos gombák 357.
 Liliaceae 388.
 Liliiflorae 387.
 Liliom 12, 122, 146, 173, 174, 176, 178*, 181, 201, 373*, 388, 389.
 -félék 168, 176, 177, 180, 181, 182, 387.
 Limax maximus 634.
 Limnaea 32, 54, 634.
 Limnanthemum 407.
 Limodorum abortivum 42.
 Limulus 532*.
 Linaria 309, 411.
 Lindley 66.
 Linguatulidae 651.
 Lingula anatina 624.
 Linin 208.
 Lininszálak 6.
 Link 71.
 Linné Carolus 60, 64, 65*, 65, 67, 71, 78, 81, 327, 425, 426, 429, 449, 595, 596, 672.
 rendszere 596.
 Linsbauer 32, 261, 267.
 Linum 175, 401.
 Liparis dispar 586.
 Lipochrom anyag 337.
 Liriodendron tulipifera 396.
 Liriope rosacea 609*.
 Listera 390.
 Lisztes kankalin 406*.
 magvúak 387.
 Lisztukacse lárvája 646.
 Lithodes ferox 559*.
 Lithospermum 408.
 Lithothamnion 348.
 Livertia 407.
 Ló 11, 520, 665.
 véresejtjei 505.
 -bab 150, 241.
 Lobelia 170, 177*.
 Lobelius 63.
 bükköny (Vicia faba) 311*, 313*, 316*.
 Locusta viridissima 640.
 Lóczy L. 384.
 Lódarázs 647.
 Loeb 17, 508, 509, 564, 566, 586.
 Lógesztenyefélék 130, 131, 147, 163, 197, 403.
 Logos 673.
 Lóhere 135, 146, 147, 159, 161, 188, 323, 401.
 -fajok 119.
 Lokomotorikus mozgások 324.
 Lolium 111, 384.
 Lombhullató fák 128.
 Lombkorona 128.
 Lomblevelek 97*, 144, 146, 147, 154.
 nyktitropikus mozgásai 320.
 Lombos mohok 95, 96, 361, 363, 364.
 fák 234.
 Lombrügyek 129.
 -tartó 128.
 Lónádály 621.
 Lone 411.
 Longistaminacea 187.
 Lonciera 23, 137, 169, 170, 197, 411.
 Lophodermium Pinastri 353.
 Loranthea család 393.
 Loranthus 273, 274, 393.
 Lóri 670.
 Loris gracilis 670.
 Loxosoma singulare 623.
 Lótétű 646.
 Lubbock 302, 645.
 Lucanus cervus 646.
 Lucerna 401.
 Lúcfenyő (Picea excelsa) 32, 114, 128, 232*, 253, 374*, 379.
 Lucioerca sandra 660.
 Lucretius 673.
 Ludwig 432, 635.
 Lumbricus 548, 566, 567*.
 Lunaria 201.
 Lundström 282.
 Lunularia 362*, 365.
 Lupinus 105*, 202, 280*.
 Luscina philomela 666.
 Lutra vulgaris 670.
 Luzula 388, 485.
 Lükettő üröskéék 489*.
 Lüneburger Haide 338.
 Lychnis 167, 394.
 Lycogala epidendrum 331.
 Lycoperdaceae 358.
 Lycoperdon 358, 359*.
 Lycopodiumok 256, 371, 372*.
 Lydekker 521.
 Lygodium 132.
 Lympha 503.
 Lysimachia 407.
 Lythraceae 404.
 Lythrum 177, 181, 186.
 Lytta vesicatoria 646.
 Maas 606, 609*.
 Mac Leod 533.
 Machaon 649.
 Macacus sinicus 571.
 Maclura 392.
 Macrobiotus Hufelandii 37*.
 Macrocyctis 344.
 Macronucleus 488, 489*.
 Macropus giganteus 668.
 Macroxamia 375.
 Macrura 641.
 Macska 670.
 -cápa 660*.
 -félék szeme 559.
 -gyökér 411.
 Madarak 11, 528, 659, 664.
 csontjai 665.
 élettartama 31.
 érrendszere 665.
 gégefője 665.
 hőmérséklete 529.
 lélekzőszervei 665.
 -nak nyíló növények 187, 189.
 rendszertana 665.
 Madárhúr 161, 394.
 hüvelyűek 668.
 Madársóska 119, 147.
 -félék 401.
 -tej 320, 389.
 Madarak teste 665.
 tüdejének szerkezete 534.
 ujjai 664.
 Madrepóra-lemez 624.
 erythraea 610, 611*.
 Mag 5, 155, 192, 200, 201, 204, 373, 485.
 Magabeporzás 183, 184.
 Magasabbrendű állatok gerincoszlopa 655.
 Magános termés 194.
 virágok 157.
 Magas kórifa 128, 163.
 Maganyag 6.
 -dudorok 153, 177, 178, 179*.
 -elemek 490.
 -fehérje 191.
 -gerendázat 467.
 -hártya 467*, 487*.
 -ház 175, 176, 177, 190, 194, 195.
 -héj 192, 373.
 -hullató termések 195.
 -kezdemények 76, 153, 176, 178, 200, 373.
 -kezdeményzsinór 178.
 -képzés 190.
 kialakulása 190.
 -köpeny 199.
 -léc 176, 177.
 -rügyek 76, 153, 178, 179*, 199, 373, 374, 382.
 -nedv 467*, 484.
 -nélküli sejtdarabok 483.
 Mag, nem színeződő állománya 485.
 -rúgó termések 202.
 Magnolicaceae 181, 396.
 Magnus Albertus 52, 421.
 Mágocsy 390.
 Magocska 6.
 Magosztódás 490, 491*, 492.
 -rejtő 175.
 szerepe 488.
 -taréj 405.
 -termés 213.
 -testecske 206, 208, 267, 269.
 Magvak, 76, 192, 201, 203, 204, 213, 217*, 303, 304.
 Magvas növények 86, 96, 373.
 Magzat 668.
 Magyar botanika története 81.
 enciklopédia 425.

- Magyalfélék 402.
Magyar füvészkönyv 81.
-honi tulipán 389.
ponty 548.
Mahonia 321.
Máj 657.
Majanthemum bifolium 134*.
Májfű 130.
-métély 54, 517*, 519, 522*, 536*, 613.
-mirigy 520.
-mohok 94, 95, 361, 362.
Majmok 670.
Majomkenyérfa élet-tartama 32.
Majorána 409.
Májrothadás 54.
Májusi gyöngyvirág 135.
Makk 193*.
-féreg 622.
Mákfélék 11, 157, 169, 170, 171, 175, 177, 182, 196, 267, 396.
Maki 670.
Makkoscsákra hasadó termés 195.
-termés 194.
Makrociszta 331.
Makrogameták 56.
Makrosporák 153, 371, 372.
Makrostyl virágok 177, 185, 186.
Máladéktalaj 259.
Malacodella grossa 616.
Malacosteus 562.
Malacostraca 639.
Malakochoor termés 201.
Malakophilae 187.
Malapeturus electricus 576, 578*.
Malaquin 620*.
Malária 604.
Malpighi Marcello 4, 71, 422, 423, 463,* 467.
-edények 643.
-tömlőcske 464.
Málna 188.
Malva 224*, 403.
Mályvafélék 134, 150, 165, 174, 182, 184, 403.
Mammalia 659.
Mammut 669.
-fa élettartama 32.
fenyő 128.
Manatus americanus 669.
Mandibula 638*.
Mangrove fák 102, 104.
Manis laticaudata 669.
Mannit 346.
Mannose 241.
Manubrium 343, 409, 563*.
le Maout 177.
Maradó pálhák 133.
- Maranta arundinacea 389.
Marattiales 366, 369.
Maregravia 189.
Marchantiaceae 361, 362.
Marchantia polymorpha 361*, 363*, 364*, 365*.
Margaritana margaritifera 32, 630.
Margó Tivadar 457.
Marhabögöly lárvája 648.
Marion 80.
Marjolin burgonyafajta gumója 295*.
Márna 660.
-vész 605.
Marokkói sáska 646.
Marti lapú 412.
Marshall 13.
Marsilia 18, 369.
Marsupialia 668.
Martynia 322.
Másodlagos sejtfalréteg 107.
Másodlagos fa réteges szerkezete 232.
-ivari különbségek 540.
szövet 231.
Mastigophora 47, 600.
Massulae 173.
Maszlag 23, 170, 410.
Maszlagos nadragulya 410.
Materia 673.
Matricaria 412.
Matthiola 397.
Mattioi 63.
Matschie 677.
Marsilia biplicata 634.
Maxilla 638*.
Maximum 287.
Maxine glutinosa 659.
Mayer J. R. 430.
Mendenceöv 656.
Medicago 401.
Mediterrán növény 404, 409.
Meddópelyvák 149.
-porzók 172, 175.
vesszők 116.
virág 164.
Meduza 475, 498*, 529, 563, 607, 608, 609, 610.
csirasejtjei 608.
ősbele 524*.
Meduzák fejlődése 587.
helyzetérző buzogányai 550*.
Medve 670.
-állatcska 37*.
erszénye 668.
-talp 405.
Mechanikai növényhisztologia 205.
- Mechanikai szövetrend-szer 219.
Mechanizmus átöröklése 573.
Mecschnikov 505.
Mécsvirág 161, 176, 303, 394.
Megalakult sejtek megnyulása 291.
Megalobatrachus maximus 662.
Megfásodott tengely 199.
termőpikkelyek 199.
Meggy 400.
-fa 130.
Meghúsosodott virágtengely 198.
Megifjodás 539, 579.
Megújító hajtások 126.
Megporzási folyamat 181, 182, 184, 185*, 186.
Megrövidülési képesség 108.
Megtermékenyítés 76, 209, 579, 301.
Méhek 644, 681.
Méh-államok 476, 647.
Méhely 697.
Méhlepény 668.
-lepénynélküliek 668.
-lepényesek 668.
Méhtető 648.
Méhvirágok 188.
Melandrium 166, 394.
Melampyrum 273, 411.
Melanocetus 561.
Melanostomias melanops 562, 600*.
Melastomaceae 134.
Meinert 647.
Meissner-féle tapintótestecske 549*.
Meleagrina margaritifera 630.
Melegfejlődés 277.
-vérűek 529.
-veszteség 251.
Meles taxus 670.
Melica 384.
Melissa officinalis 171*.
Melittis 409.
Mellartéria 526.
Mellésgolya 655.
-csont taraja 664.
-kas ritmikus mozgásai 534.
-kas izmai 534.
-uszó 656.
-üreg szükülése 534.
-üreg tágulása 534.
Mellékerek 134, 135.
Mellékgyökerek 97, 99*, 204.
-ideghártya 561.
-levelek 132, 135.
-párta 170.
-rügy 130.
- Mellékszárak 112, 116.
-sejtek 221.
-sejtnag 488, 489*.
Meloë proscarabeus 646.
Melolontha vulgaris 646.
Mendel törvénye 301.
Ménvét, erszényes 668.
Mentha 409.
Menyanthes 407.
Merculiano 634*.
Méregfog 663.
-mirigyek 663.
Mérges hatása a növekedésre 298.
Merevség 216.
Mérges gombák 357.
szömörce 402.
Merisztéma 218, 219.
Merkel 549.
Mérópálca 291.
Mérészkelt földövi hasztok 366.
Merulius lacrimatus 356*.
Mesembryanthemum 23.
Mesenchyma 516.
Mesocarpium 193, 196.
Mesoderma 589, 605.
Mesostyl virág 177.
Mespilus 399.
Mesterséges parthenogesis 17.
rendszer 64.
Meszt kerülő növény 259.
Mészkedvelő növény 259.
Mészkristályok 213.
Mészvázu szivacs 606.
Metabiosis 285.
Metachlamydeae 405.
Metagenesis 14, 587.
Metafita 3.
Metamerák 416, 619.
Metamorfologia 417.
Metamorfózis 593.
Metabiosis 284.
Metazoa 3, 593, 605.
Mételybetegség 54.
-féreg 54.
-fű 320.
Metszőfogak 667.
Meyen 66, 71.
Meyraux 429.
Mézajak 390.
Mezei folyóka 126.
nyul 670.
surló 371, 370*.
jácint 162.
perjeszittyó 388.
zsálya 185.
Mézfejtők 179, 180*.
-fű 409.
Mézgás éger 281*.
Mezofillum 225, 227.
Mezőgazdasági állattan 419.

- Mézszerű galóca 277*, 357.
-tartó 179.
Meztelen csiga 634.
Miastor metroalis 586*.
Micella elmélete 303.
Micetozóák 46.
Micelium 45.
Micrasterias Crux melitensis 88*.
Microspira comma 333*.
Micrococcus 333*.
Miconucleus 488, 489.
Microgonia socialis 468* 469.
Microspermæ 389.
Microstomum lineare oszlása 12*.
Migneaux 646.
Migula 333.
Mikrocisza 331.
Mikrográfia 70.
Mikrokémia 418.
Mikropyle 179*, 379.
Mikroszkóp 29, 67, 70, 82, 422.
Mikrospórák 153, 172, 371, 372.
Microspira comma 334.
Mikroszomák 211, 467*.
Mikroszkópiai anatomia 416.
Mikrostomum 612.
Mikrostyl virágok 177, 185, 186.
Milne Edwards 55, 429, 653*.
Mimosa 21, 22*, 135, 320, 321, 322.
Mimózafélék 400.
Mimulus 322.
Minimum 258, 287.
Mirabilis Jalappa 23.
Miracidium 54.
Mirbel 71.
Mirigy hagyma 498.
Mirigyek 180, 487, 497*, 520, 667.
Mirigyhám 496.
-szőrök 222, 223.
-szövet 511.
Mirtuscserje 404.
-félék 404.
Miskolci Gáspár 421, 444.
Mixamébák 46.
Miyake 77.
Minium 95*, 364*, 366.
Mocsári apácaönty 387.
csiga élettartama 32.
húr 402.
molyúzó 405.
teknős 664.
Módosult gyökér 97, 103, 104, 107, 108.
Módosult levél 144, 151.
Módosult száraz 112, 117.
Módszer, mikroszkópi 67
Moesz 89, 270.
Mogyoró 128, 149.
-fa 194, 391.
Mogyorós bükköny 103.
Moh 274.
Moháttalok 28, 525, 622, 623.
lebegő rügyei 13.
Mohformájúak 68.
Mohl 66, 466.
Hugó 71.
Mohok 86, 94, 360, 361, 365.
belső szerkezete 362.
spórája 361.
sporogoniumja 360.
Mohnővény 361, 373.
-párna 96.
-szárak 95.
Mókus 668, 670.
Moldenhawer 71.
Molge cristata 662.
-félék 662.
Molisch 277, 338.
Mollusca 428, 597, 628.
Molyhos ökörfarkkóró 250*.
tölgy 392.
Monadinák 46.
Mongeotia 340.
Monimorium 480.
Monista irány 673.
Monoclea Forsteri 361*.
Monocotyledones, 65, 68, 382.
Monocystis agilis spórának képződése 14*.
Monodon monoceros 669
Monoclea 16.
Monoius fajok 165.
Monoklin virágú fajok 164, 165.
Monomer magház 194, 195.
termő 176, 177.
Monomorphism 164.
Monopodium 114.
Monopodiális elágazás 92.
Monotrema 677.
Monotropa 42, 125, 282, 405.
Monstera 101, 238, 387.
Moraceae 392.
Morchella esculenta 15*, 349, 350*.
Morfológia 69, 70, 415.
Morison 64.
Morula 587, 597, 605.
Morus 392.
Mosuszállat 667, 669.
Mosdószivacs 473.
Moszatok 68, 87, 90, 92* 280, 348, 349, 350.
Motella 592*.
Mózes tereméstörténete 671, 672.
Mozgató (motorikus) berendezések 558.
idegek 509.
izmok 575.
Mozgás 29.
aktiv, okai 302.
amébaszerű 600.
autonom 305.
duzzadtság okozta 304.
érett terméseken 303.
geotropikus 311*.
hygroscopos 302.
inger nélkül keletkezett 323.
keringő 211.
koordinációja 566.
központja 566.
mint a táplálkozás eszköze 513.
nutacionális 304, 321.
nyktritrópus 320, 321.
oka 325.
paratonikus 305, 322.
photonastikus 320.
szabadon mozgó úszó 324.
szervei 573.
szétáramló 211.
thermonastikus 320.
variacionális 304.
visszatérő 403.
Mozgási szervek 545.
szövetrendszer 219.
tehetség 573.
Mozgékonyág 9, 28.
Mucor racemosus 285, 286*, 316, 349*, 351.
Mucorineae 350.
Muhammed ben Edrisi 674.
Mulgedium 412.
Munkamegosztás elve 3, 8, 511, 525.
Muraena conger 520*.
Murex 631, 633.
Murok 405.
Murvalevél 149.
Mus 670.
Musa 389, 644.
Muschenbroek kísérlete 248*.
Muscari 389.
Muscic 361.
Mustár 397.
Mustela martes 670.
Musterjedes 55.
Muszkatövös 412.
Mutáció 68, 700.
Mutualisztikus symbiosis 280, 282.
Müge szagos 411.
Müggenburg Schulzer 82.
Működésváltás 512.
Müller 272.
Müller Alfréd 233.
Müller Johannes 429, 430*.
Műtrágya 260.
Mycelium 90, 93, 106, 284.
Mycetozoa 45.
Mycoderma aceti 268.
Mycelium 349.
Myelin 510.
Mykala avicularia 651.
Mykodomatium 104, 280.
Mykorrhiza 96, 218.
Myosotis 408.
Myricaria germanica 403.
Myrmecophyták 283.
Myrianida fasciata 620*, 621.
Myricales 391.
Myriophyllum 107, 142, 405.
Myriopoda 641.
Myristica 197.
Myrmecodia tuberosa 283.
Myrmecophaga jubata 520, 669.
Myrmecophil növények 283.
Myrmekochor magvak 201.
Myrmeleo formicarius 646, 647*.
Myrmica 479.
Myrsinaceae 175.
Myrtaceae 404.
Myrtiflorae 404.
Myrtus communis 404.
Mysis himcsirasejtje 498*.
Mytilus edulis 630.
Myxamoeba 331.
Myxobolus Pfeifferi 605.
Myxomycetes 45, 330.
Nádaly 619, 621.
-félék 621.
-tő 146, 408.
Nauphanta celox 621.
Nägeli 57, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 77, 89, 303.
-féle idioplazma 15, 488.
Nagylevelű hárs 32, 128.
Nagyobbfokú ingerek 509.
Nagyvirágú folyóka 113.
Nais proboscidea 621.

- Naja 664.
 Najas 383.
 Nappali helyzet 320.
 Napállatkák 17*, 470, 601.
 -fény 75, 262.
 Nappali lepkevirágok 188.
 pávaszem 649.
 Napraforgó 23, 160, 245, 412.
 Narancs 137*, 174*.
 Naranus niloticus 663.
 Narcissus 389.
 Narval 669.
 Naspolyafa 399.
 Nastiák 306, 319.
 Nasturtium-fajok magvai 201.
 Nasua rufa gyomra 520*
 Natatores 665.
 Nathanson kísérletei 18.
 Nauphanta celox 621*.
 Nauplius-lárva 639, 598.
 Nautilus 635*.
 Navicula 88*, 339*.
 Nádas 384*.
 Nádeukor 241.
 Nárcis 389.
 Nebántsvirág 403.
 Neckera 365, 366.
 Nectalia loligo 609.
 Nectonema-félék 619.
 Nedvszállító szövetrendszere 219.
 Needham 37.
 Negatív elektropizmus 316.
 geotropizmus 100, 140, 311, 315.
 heliotropizmus 307, 308.
 thermotropok 316.
 Nefelejts 170, 408.
 Négykezüek 670.
 Négykopoltyusok 635.
 Négykörös virágok 407.
 Négylevelű varjuszem 389.
 Négytengelyű növények 116.
 Nehézségérő 297, 298, 309, 310, 312.
 Nektáriumok 179.
 Nektárvirágok 188.
 Nélkülözhető alkatrészek 258.
 Nélkülözhetlen elemek 258.
 Nelumbo lutea 395*, 395.
 Nematocarcinus gracilipes 559*.
 Nematoda 498*, 616.
 Nematomorpha 619.
 Nemec 313.
 Nemek aránya 542.
- Nemek elkülönülődése 542.
 Nemertes gracilis 616.
 Nemertina 616.
 Nemesítés 300.
 Nemes korall 581*, 610*, 610.
 Nem festődő anyag 6.
 Nemi különbségek, másodlagos 497.
 szervek 540.
 Nemzedékváltás 14, 587, 609.
 Nenyuljhozám 183, 197.
 Neomenia carinata 636.
 Neottia 42, 390*.
 Neovitalizmus 431.
 Nepacineria 648.
 Nepenthaceae 397.
 Nepenthes 44, 151*, 269*, 397.
 Nepeta 409.
 Nephridium 620, 622.
 Nephrodium 367, 368, 369.
 Nephrops norvegicus 641.
 Nerium oleander 407.
 Neurilemma 510.
 Neurofibrillák 510, 554.
 Neuroptera 645.
 Neuroterus 282*.
 Nicot 411.
 Nicotiana tabacum 411.
 Nigella 180.
 Nigritella 390.
 Nilusi tündérrózsa 394.
 Nimphaea aegyptia 394.
 Nitrátok asszimilációjának helye 265.
 Nitráttáplálék 264.
 Nitrifikáció 264, 277, 278, 279.
 Nitritbaktériumok 277, 278, 279*, 335.
 Nitrogén asszimilálása 264, 266, 279, 280.
 -tartalmú növényi bázisok 241.
 Nitrophyllum 92.
 Nitrosomonas 279*.
 Nietzsche 629*.
 Nobbe 164.
 Noctiluca egybekelése 578*.
 Nodium 342.
 Noll 97, 107, 118, 306, 307, 311.
 Nosema bombycis 605.
 Nostoc 336.
 Nostocaceae 284.
 Notonecta glauca 648.
 Notothylos 364.
 Nőelöző virágok 184.
 Női csirasejtek 538.
 termőlevelek 155.
 virág 164.
- Nóstyén 477*.
 Nőszirm 162, 201, 119, 168, 171, 178*.
 -félék 167.
 Nővekedés 11, 10, 19, 75, 292, 293, 311, 538.
 iránya 310.
 -mérő mikroszkóp 291.
 módja 307.
 nagy periódusa 292, 323.
 Nővekedő öv 311, 312.
 Nővény 37.
 -állatok 38, 276, 315, 605.
 -biológia 190.
 -bonctan 72.
 -családok 327.
 -csoportok 65, 327.
 diageotropikus ágai 313.
 -élet 40.
 -élettan 417.
 -evők 40, 517.
 -fajok 327.
 fejlődése 259.
 felfutó 315.
 -fiziológia 78.
 formálódása 299, 322.
 -földrajz 78.
 -génusz 327.
 görbülése 307.
 gyökérzete 98.
 habitus 306.
 hamuja 256.
 helyzetbeli változása 323.
 hervadása 247.
 hőmérséklete 294.
 ingerfelfogó része 308.
 kapaszkodó 315.
 könnyezés főfeltétele 252.
 -levélodús 152.
 mások útján táplálkozó 260.
 meszet kerülő 259.
 mézskedvelő 259.
 -ország 2, 61.
 orthotrop tagjai 306.
 oxigén felvétele 275.
 önállóan táplálkozó 260.
 örökölt tulajdonságai 209.
 őskori 78.
 plagiotrop tagjai 306, 313.
 phylumai 68.
 -rovarevő 151.
 -rendek 327.
 rendszere 327.
 -rész 306.
 -sejtek 5*, 7.
 szabad helyváltoztatása 302*.
 -szár, elpusztuló 231.
- Nővény, szárazföldi 260.
 száraz anyaga 260.
 szervei 70.
 szövetei 225.
 termete 306.
 teste 75, 225.
 -tan története 62.
 -törzs 68.
 vizbeli tenyésztése 258, 261.
 visszaszívási képessége 286.
 -zöldet tartó léggyökerek 101.
 Nővények ágainak viz alatt való elmet-szése 255*.
 alakja 294.
 alkalmazkodása 288.
 alvása 319.
 anyagcsereje 240.
 anyagforgalma 39.
 autotroph 260, 261, 268, 269.
 belső szervezete 205.
 chemotropikus mozgása 316.
 édesvizek partjain élő 200.
 elemzése 256.
 életfolyamatai 239.
 élettartama 32.
 elhelyezkedése 309.
 energiaforgalma 39.
 érzékszervei 21.
 elterjesztése 199.
 gyarapodásának mértéke 292.
 fejlődése 300.
 fentartása 199.
 fénylése 277.
 formálódása 308.
 ingerlékenysége 21.
 hosszanti növekedésének mérése 290*.
 hőmérséke 251.
 könnyezése 253.
 meggyulása 291.
 mozgása 301, 302, 304.
 nehézségérő felfogó érzékszervei 313*.
 növekedése 285, 291, 266, 317.
 növekedési periódusa 290.
 orvosi hatásai 63.
 párolgása 248, 251.
 sejtjei 205, 217.
 szénsavszükséglete 262.
 szöveteinek csoportosítása 219.
 szövetei 218.
 táplálkozása 38, 73, 74, 75, 240, 275, 285.
 Nővényi élet hőmérséki határai 294.

- Növényi nyálka 466.
részek elemzése 241.
sejtek 5, 206, 208, 288.
test 85, 205, 240, 297, 301.
test energiájának át-
alakulása 301, 326.
test fejlődése 237.
test formálódása 285, 288.
test hamualkotórésze 241.
test szerkezete 248.
test termete 116.
test tenyészetű részei 86.
testben végbemenő folyamatok 241.
test vegetatív részei 68.
test víztartalma 244.
véglények 2, 50.
vegyületek 240, 241.
Növesztőcsúcs 289.
Növényéletlen 78.
Nukleusz 206.
Nuklein 6, 485.
Nukleolusz 6, 206, 208.
Nummuliták 599, 602.
Nuphar 200.
Nutatio 323, 304.
Nünüké 646.
Nyakcsigolya 655.
-izmok 534.
Nyaki sejtek 363.
Nyálkaállatocskák 45.
-csövek 218.
-gombák 45, 330, 331.
Nyálkás felületű mag-
vak 201.
Nyálmirigyek 520, 657.
Nyár 117, 130, 159, 164, 165, 391.
Nyári alakok 125.
peték 616.
viola 195.
Nyelecskék 147.
Nyeles levelek 136.
rügy 130.
Nyelőső 657, 658.
Nyelv 642, 657.
Nyelvirágúak 412.
Nyél 225, 563*.
Nyílféreg 616, 617.
-fű 155.
-kigyó 441.
Nyíló virágok 183.
Nyílt borulás 129.
Nymphaeaceae 394.
Nymphaea 181*, 394, 395*.
Nyír 134, 187, 245, 252, 254, 282, 391.
Nyírokerek 527.
Nyitott edénynyaláb 224.
Nyitvatermők 145, 153, 199, 204, 374.
- Nyktitropikus mozgá-
sok 320, 323.
Nyktitropizmus 320.
Nyolckarúak 635.
Nyúl fogképlete 667.
Nyúltszártágú ágak 116.
szár 110.
Nyusz 670.
Nyüvek 645.
Obdiplostemon 405.
Obelaria gelatinosa 39*.
Obligát rabszolgatartó
rablóttelepek 480.
Ocella 308.
Ochromonas mutabilis
49.
Octobothrium merlangi
613.
Octocorallia 670.
Octopoda 635.
Octopus 634*, 635.
Odontites 273.
Odús levelek 151.
Oedogonium 84, 90, 341.
Oekologia 418.
Oels 255, 261, 263, 275.
Oenothera 23, 405*, 685.
Oesophagus 657.
Oidium Tuckeri 352.
Oken 422, 428, 432, 688.
Olajfa 407.
-félék 407.
Olajok 267.
Oleaceae 407.
Oldalerek 133.
Oldali rügy 130.
Oldalképletek 85, 115.
-nyílás 606*.
-szerv 548, 549.
Oleander 170, 407.
Oleinsav gliceridjei 241.
Oligochaeta 620.
Oltás 300.
Oltmanns 347, 348.
Oltó gyomor 519, 669.
Omnivorok 268.
Oncidium Papilio 101*.
Ondósejtek 15, 423.
-tartók 544, 545.
-tok 545.
Oniscus murarius 640.
Onkosphaera 614.
Ononis 401.
Onopordon 137, 412.
Onosma 408*.
Ontogenia 417.
Oogoniumok 351.
Ookinéták 56.
Oospóra 341, 342, 346, 351.
Ophioderma longicauda
626.
Ophidia 663.
Ophiotrix fragilis 626.
Ophioglossales 366, 368.
Ophioglossum vulgatum
152*.
Ophiuroidea 625.
- Ophrys 173, 390.
Opisthobranchia 632, 633.
Oposszum 668.
Oppianus 420.
Optimum 287.
Opunciafélék 404*.
Oralis 563.
Orángutáng 571, 670.
Orchidaceae 101, 247, 389.
Orchidea 42, 102, 107, 281, 308.
Orchis 180, 390.
Organikus savak 214.
Organografia 70.
Organum 8.
Organumok 8.
Orgona 114, 141, 162, 407.
-korall 610.
Óriás kigyó 664.
Origanum 409.
Orismológia 419.
Ornithodelphia 668.
Ornithogalum 389.
Ornithophil virágok 189.
Ornithorhynchus para-
doxus 668.
Ornithoxeras splendidus
337*.
Ornithochor termés 201.
Orobanchaceae 191, 411.
Orobancha 125, 273, 268, 408*, 411.
-félék 42.
Orobuz 202.
Oroszlán 505, 520*, 670.
-fog 320.
-száj 303, 411.
Orr 657.
Orrmányosok 647, 668, 669.
-szarvú 669.
Orsó 569.
-izület 656.
Orthoptera 645.
Orthostichon 98.
Orvosi kálmos 387.
kankalin 116.
Oryza sativa 384.
Oscillaria 41.
Oscillatoriafaj 336.
Osculum 606*.
Osmotaxis 326.
Osmunda 153, 368.
Osmundaceae 306.
Ossein 503.
Ostor 15, 599.
-fejűek 618.
-mén 130, 411.
Ostorok 574.
Ostoros állatkák 47, 48, 49, 55, 600, 602.
rajzók 46*.
Ostracoda 639.
Ostrea edulis 630.
Ostrya 391.
- Osztriga 630.
Oszlás 11, 488.
Oszlasi felek 11.
Oszlop 632.
Oszlopos támasztó lég-
gyökerek 102.
Oszló termések 194.
Osztó erek 527.
Osztdás 209, 210, 580.
Osztóér 526.
Osztdási képesség 289.
Osztdészűk 584.
Otis tarda 666.
Ovidius 52.
Ovipar állatok 593.
Ovis aries 669.
Óvó alléval 129.
-gyökerek 102.
-szervek 145, 150, 169
-szövet 108.
Ovulistik 592.
Owen 429, 634.
Oxalidaceae 401.
Oxalis 186, 401.
fajok 202.
Oxalsavas mész 216.
Oxidáció 277.
Oxidálás 276.
Oxybaphus 160.
Oxigén feszültség 524.
felvétele 525, 526.
-fogyasztás 275*.
Oxyuris vermicularis
618.
Ozmotikus energia 302.
folyamatok létesítette
nyomás 244.
nyomás 288.
Öblös levél 138.
Ökológia 78.
Ökörfarkkóró 411.
Ölyv 666.
Önálló himnősség 543.
Önállóan táplálkozó nö-
vény 260.
Önsonkítás képessége
572.
Önfentartás 513, 588.
Önfentartó szervek 513.
Öntermódés 52, 54, 57.
Öröklés 7, 15, 19, 209.
Öröklött sajátságok hor-
dozói 209.
Örököld 407.
fák 128, 376.
puszpáng 402.
Örvényzőféreg 43, 536,
612, 616.
Örvös ágak 114.
állású levél 142.
Ösállatlan 417.
Ösbél 525, 589.
Ösörsajt 493.
Öshalak 659.
Öskori növényzet 78.
Ösmerisztéma 218.
Öslécsövek 641.
Öslénytan 417, 598.

- Ősnemzés 52, 77.
 Őspuhatestűek 629.
 Ősrovarok 645.
 Ősszájnyílás 514.
 Összeforrt potrohú pókok 650.
 Összehasonlító anatomia 416.
 ontogenia 417.
 Összehuzódás a bőrön 528.
 Összelvényszerv 612.
 Összenőtt szíromlevél 405.
 szirmú párta 170.
 Összenövési hely 195.
 Összenőtt levelek 137.
 Összetett levelek 132.
 levélhüvely 135.
 rügy 129.
 telepek 479.
 termések 193, 197.
 virágzatok 158.
 Őszi alakok 125.
 barack 400.
 kikerics 100, 388.
 Ősztönök 573.
 Ősztörzs veronika (*Veronica chamaedrys*) 297*.
 Őtkörös virágok 405, 181.
 Öttagú virág 407.
 Őves állat 669.
 Őz 669.
 Pachygaster 559*.
 Pachygrapus marmoratus 641.
 Pachytilus cinerascens 646.
 Pacsirtavirág-félék 402.
 Pädogenesis 586.
 Paeonia 165*, 396.
 Pajzsos levelek 136.
 Pajzstetvek 648.
 Palea 383.
 Paleofitologia 78.
 Paleontologia 417.
 Paleozoologia 417.
 Pálhakacsok 151.
 Pálhatövisek 150.
 Pálhák 135, 136, 145.
 Palingenia 31.
 Palinurus elephas 641.
 Palisszád parenchyma 227.
 Palkaszár 110, 111.
 Palmae 111, 134.
 Palmitinsav 141.
 Palmyrapálma 386.
 Paludina vivipara 32, 633.
 Pálmabor 386.
 Pálmafélék 128, 386*.
 -törzs 110, 111, 128.
 Pamutcsérje 201, 222*.
 -fajok 403.
 Pandanaceae 383.
 Pandanales 383.
 Pancreas 520, 657.
 Pandanus 102.
 Pander 432.
 Pandorina 22, 89*.
 Panicum miliaceum 384.
 Páncél 496.
 Pángén 209.
 Pántlikagiliszták 613, 614, 644.
 Papagály 666.
 Papaveraceae 396.
 Papaver 193*, 396.
 Papilio 649, 681, 684.
 Papilionaceae 179, 182, 400.
 Papiros csérje 385.
 Pappus 169, 412.
 Páponya 169, 201.
 Paprika 410.
 Paraanyag 216, 241.
 Parabiosis 479.
 Paradiesom 410.
 -madár 666.
 Paradisea apoda 666.
 Parafa sejtjei 462.
 Parakambium 235.
 Parakéreg 231.
 Paramecium 11*, 18*, 25, 30, 486, 603.
 Paramilum 47.
 testcskék 48.
 Paranuklein 485.
 Parapodium 620.
 Pararéteg 235.
 -szemölcsök 231, 235.
 -tölgy 392.
 Parazita növények 269, 271, 272.
 Paraziták 42, 268, 477.
 Parazitáskodás 280.
 Pára 666.
 Páratlan ujjak 669.
 Páratlan végtagok 656.
 Paratonikus mozgás 305.
 Parenchyma 234.
 sejtjei 196, 217, 218, 252.
 Parenchimatikus szövettest 92.
 Parenchimás férgek kiválasztószerve 611.
 Paréj 394.
 Párhuzamos erek 227.
 Parietales 403.
 Parietaria officinalis 165, 178*.
 Parittyázó termés 102.
 Paris quadrifolia 389.
 Parker 516, 601.
 Párkánytest 563*.
 Parlagi gyopár 412.
 Parmelia 360.
 Parnassia 108*, 172, 175, 188.
 Parókás makákó 571.
 Párolgás 73, 248, 249, 251, 253, 254, 299.
 Párolgásmérő készülék 249*.
 Paronychchia 394.
 Párosidegűek 567, 667.
 -ujjuak 669.
 végtagok 656.
 Párta 156, 163, 170, 412.
 öttagú 398.
 Pártához nőtt porzók 174.
 Parthenogenesis 17, 344, 586.
 Párvás módja 418.
 Párvószerv 644.
 -táska 544.
 -zacsók 644.
 Pascal 9.
 Passer domesticus 664.
 Passeriformes 665.
 Passiflora 177*.
 fajok 167.
 Pasteur 55, 56.
 Paszuly 212, 321, 485*.
 Pásztortáska 195, 397.
 Patagium 670.
 Patások 668, 669.
 ujjai 669.
 Patella 498*, 631*, 632, 633*.
 Patkány 670.
 Pattanva szóró termékek 202.
 Pávián 520, 670.
 Pavo cristatus 666.
 Payena fajok 407.
 Payer 115.
 Pázsitfélék 116, 135*, 383.
 Pecten 629*, 630*.
 Pectunculus pilosus 630.
 Pedicellárium 90*.
 Pedicellárium 564, 565*.
 Pedicularis 106, 411.
 fajok 126.
 Pediculus 648, 649*.
 Pektinanyag 216.
 Pelargonium 173, 194*.
 Pelargothuria 627, 628.
 Pelecanus onocrotalus 666.
 Pelikán 666.
 Pellia 363.
 Pellicula 603.
 Pelobates fuscus 594*.
 Pelyvapikkelyek 149.
 Pelyvák, fűféléken 149.
 Pelyvásszemtermés 194.
 Peltigera canina 360.
 Peltogaster paguri 598.
 Pemete 409.
 Penduliflorae 187.
 Peneroplis pertusus 678.
 Peneus 590*.
 Penészgombák 268, 352.
 Penicillium 271, 350*, 352.
 Penis 644.
 Pennatula phosphorea 610.
 Pentacrinus Maclearanus 628*.
 Pentarch gyökerek 96.
 Pentastomum teanioides 651.
 Pentastoma rufipes 648.
 Pepszin 44.
 Pepton 266.
 Peptonizáló anyag 44.
 enzymek 267.
 Peptonnövények 270, 282.
 Peptonok 44, 522.
 Peranema 47, 48, 49*.
 Perca fluviatilis 660.
 Perdix cinerea 666.
 Perennibranchiata 662.
 Periblimba 238.
 Pericarpium 193, 194, 195, 196, 200.
 Perichaetium 363.
 Pericyklus 289.
 Periderma 231, 235.
 Peridineák 49.
 Peridinium bipes 337*, 338.
 Peridium 330, 358.
 Perigonium 163, 363.
 Perigyn virág 166, 167, 176.
 Perikambium 225, 231, 289.
 Perikardiális üveg 526.
 Periklin 289.
 Perinium 370.
 Periodicitás 35.
 Peripatus 641*, 642, 677.
 Periplaneta orientalis 646.
 Perispermium 192, 373.
 Peristoma 489*.
 Peritheciumok 349, 353.
 Peritricha 603.
 Perjeszittyó 485.
 Peronospora calotheca 271*.
 Peronoszporafélék 351.
 Personatae 408.
 Pestis 334.
 Petalophyllum 363.
 Petasites 163, 412.
 Petaurus serineus 668.
 Pete 15, 492, 610.
 -fészek 498, 540, 544.
 -mag 494.
 -rakó állat 593.
 -sejtvezeték 544, 668.
 -sejt 3, 15, 16, 363, 484, 583.
 megtermékenyülése 373.
 oszlása 511, 587.
 protoplazmája 207.
 Peték lerakása 644.
 Petunia 23.
 Petrezselyem 405.

- Petroselinum sativum* 118*, 405.
Petymegtermés 194.
Peucedanum 405.
Peyssonnel, marseillei orvos 38.
Peziza 352.
Pézmavirág 411.
Pfeffer 27, 75, 76, 105, 242, 244, 290, 291, 304, 305, 307, 310, 320, 322, 325.
Energetikája 302.
 -féle ozmotikus sejt 243.
növekedésmérője 290*.
 -féle klinostat 310*.
Pflüger 58, 536.
Phaeococcus 344.
Phaeothamnion 344.
Phaeophyceae 344.
Phaeophyll 346.
Phalangioidea 651.
Phalangium opilio 651.
Phallusia mamillata 563.
Phanerogamae 68, 372.
Pharbitas 315.
Pharynx 657.
Phaseolus 192*, 401, 483*.
Phasianus colchicus 666.
Phascolomys wombat 668.
Phelloderma sejtréteg 235.
Phellogen 235.
Phenacodus 690.
Pheronema Carpenteri 606, 637.
Philodendron 387.
Philonthus 550*.
Phleum 384.
Phoca vitulina 520, 670*.
Photosynthesis 261, 265.
Photonastikus mozgás 320.
Phototaxis 325, 326.
Phoenix 386.
Phloem 223.
Phlox 188.
Phragmidium 355*, 356.
Phragmites 384.
Phronima sedentaria 640.
Phryganea grandis 646.
Phycocyan 336.
Phycomycetes 304, 348, 349, 350.
Phylakobiosis 479.
Phyllocladus 377.
Phyllodium 136.
Phyllotaxis 141.
Phylloxera 11.
Phylloxera vastatrix 648.
Physalia 476*.
Physalis 200.
Physeter macrocephalus 669.
Phytelephas 387.
Phyteuma 412.
Phytopalaeontologia 79.
Phytophthiria 648.
Phytophthora 271, 272, 352.
Physophora hydrostatica 609.
Piaget 649.
Picea 229*, 374, 379.
Picus viridis 666.
Pieris brassicae 649.
Pigmentsejtek 501.
Pikkely 660.
 -ctenoid 660.
 -cycloid 660.
 -fésűs 660.
Pikkelyes hagyma 122.
Pillangósak 169, 170, 174, 182, 192, 195, 400.
Pillangós pártá 170.
 -virágú növények 135, 400, 401.
Pillás perjeszittyó 388.
Pilobolus 304, 305*, 306* 307.
Pilostyles 272*, 273.
Pilularia 84, 369.
Pimpinella 405.
Pimpó 169, 194, 399, 400.
 -fajok 117.
Pinguicula 44, 270, 411.
Pinguin 666.
Pinnularia viridis 88*.
Pinty 666.
Pinus 32, 144*, 153, 154, 188*, 227, 228*, 229*, 229, 317, 377, 378, 379.
Pióca 525*, 529, 542*, 619, 621.
Pipa 520, 662.
Pipacs 396.
 -termője 178*.
Piperaleae 391.
Piper 192*, 391.
Piros holtesalán 189*.
Pirus 399.
Pirola 405.
Pirolaceae 405.
Piros ebszóló 315.
 -viziátka 651.
Pisces 659.
Piscicola geometra 622.
Pisum 401.
 -hüvelytermése 193*.
Pisztráng 660.
Pithecanthropus erectus 45.
Pitvar 526.
Pitypang 119, 320, 412.
Pízang 201.
Placenta 177, 668.
Placoid pikkely 659.
Plagiochila 94, 95*.
Plagiostoma 659.
Plagiotropikus növény-ágak 313.
Plakina monolopha 607.
Planaria 12, 573, 613.
Planktoniella 338*.
Plankton 638.
Planocera Graffi bőr-idegrétege 565*.
Planoccus littoralis 333*.
Planogameták 89*, 341.
Planorbis 32, 634.
Planosarcina mobilis 333*.
Plantaginales 411.
Plantago 157*, 411.
Plathelminthes 612.
Plasma 210, 330.
Plasmahártya, szemcsétlen 211.
Plasmanyulványok 600.
Plasmoderma 72, 215.
Plasmodiophora Brasicae 331*, 332.
Plasmódium 46, 56, 57*, 330, 331.
 -malariae 604.
Plasmodium viticola 351*.
Plasmodysis 243, 304.
Platánfélék 398.
Platanista gangetica 669.
Platanthera 390.
Platanus 136, 398.
Platyrrhini 670.
Plate 37.
Platyterium 151.
Pleogam 166.
Pleomorphfajok 164, 165, 166.
Plerocercoid 645.
Pleróma 238.
Pleurosigma Aestuarii 88*.
 -angulatum 339.
Pleurotus ostreatus termőtestei 297.
Plinius Caius Secundus 63, 241, 420, 424, 439, 596, 673.
Plocamium 348.
Plumatella fungosa 623*.
Plumbago 188.
Plumbaginaceae család 407.
Pneumatophorák 104.
Pneumodermon violaceum 633.
Poa 384.
Podagrafú 405.
Podiceps cristatus 666.
Podocarpus 377.
Podocoryne carnea 12*, 473, 475*.
Podophrya gemmipara 12*, 604.
Podostemonaceae 105, 108, 117, 398.
Podura aquatica 645.
Pohánka 258, 393.
Poinset 9.
Pókfélék 640.
Pók trachea tüdeje 533*.
Poláris sejtlemez 91.
Polemoniaceae 408.
Polemonium 173*, 408.
Polioplazma 211.
Polip 474, 529, 607*, 609, 610.
Pollenszemcsék 153, 172, 173.
 -tetradok 173.
 -tömlő 174, 374.
 -virágok 188.
Pollinarium 173.
Poloska 468, 593*.
 -mag 393.
Polosoma 485.
Polyarch gyökerek 96.
Polybostrichus 620*.
Policelis nigra 613.
Polychaeta 620.
Polycladák 566*.
 -bőrizomtömlője 565.
Polyclonia frondosa 609.
Polyerges rufescens 647.
Polygala 169, 402.
Polygala fajok 201, 402.
Polygonaceae 393.
Polygonatum 104, 389.
Polygonum 119, 122, 159, 287*, 382*, 393.
Polymer magház 177, 194, 195, 196.
 -termő 176, 177.
Polymorph telepek 12.
Polypodium 368*.
 -vulgare 226*, 368*, 369*.
Polyporaceae 356.
Polyporus 277, 356, 357*.
Polyterpus bichir 660.
Polyrrhiza 101.
Polysaccharidok 522.
Polystichum aculeatum 369*.
Polystigma rubrum 353.
Polystomea 613.
Polytrichum commune 95*, 366.
 -félék 223.
Pomoideae 399.
Pontobdella muricata 621, 622.
Pontozemek 644.
Ponty 505, 529, 660.
Populus 32, 79, 328, 391.
Porc 403, 502*, 503, 575.
 -szövet 500, 502.

- Porcotokok 502.
 -vázak 575.
 Póré hagyma 388.
 Porifera 605.
 Porogamia 382.
 Portok 171, 172, 173, 373.
 Portulacca 23.
 Porus 214.
 Porzó 153, 155, 163.
 Porzók öve 166, 171, 174.
 Porzós virág 164.
 Porzósál 171, 172.
 Porzótokok felrepedésének oka 304.
 Posidonia Caulini 235*.
 Postembrionális fejlődés 417.
 Postels 345.
 Poszméhvirágok 188.
 Potamogeton fajok 126, 201, 383.
 Potentilla 23, 169*, 328, 399*, 400.
 Potetometer 248, 254.
 Potlósatek 217.
 Potoné 119.
 Potroh 642.
 -artéria, páratlan 526.
 Pozitív geotropizmus 98, 99, 311, 312.
 heliotropizmus 307, 308.
 thermotropizmus 316.
 Pöfeteg gombák 358.
 Pöpcsök 648.
 Pörölyfejű cápa 660.
 Pöszméte 398.
 -lepke 649.
 Praeformatio 592.
 Pranti 89, 137, 152, 196.
 Prasiola sejtlemezes te-lepe 91*.
 Prenant 485.
 Preyer 37, 58.
 Priapulus caudatus 622.
 Priestley 73.
 Pringsheim 77, 83, 370.
 Principes 386.
 Primates 668, 670.
 Primär sejttal 207.
 Primula 406*, 407.
 Primulaceae 407.
 Pristis antiquorum 660.
 Protosceida 668.
 Procclaria pelagica 11.
 Proeolytikus enzyemek 267.
 Proglottis 614.
 Promorfológia 415.
 Promycelium 354.
 Propidonotus matrix 664.
 Prosimia 668.
 Prosobranchia 632, 633.
 Prosopológia 415.
 Protandrikus hímnősség 543.
 Proteaceae 392.
 Proteales 392.
 Proteolytikus enzyemek 270.
 Proteus 487, 505, 520, 529, 662*.
 Protein anyagok 5.
 Prothallium 366, 368, 374.
 Protista 2, 37, 50.
 Protogyn hímnősség 543*.
 Protomyces radicolus 271*.
 Protonema 361, 373.
 Protonephridium 612.
 Protophyta 2, 50.
 Protoplazma 5, 29, 71, 206, 330, 466, 481.
 alkotása 242, 243.
 -fonalak 467*.
 hártájának imper-meabilitása 243.
 kémiai szerkezete 242.
 készítése asszimiláció révén 522.
 lényeges alkotórészei 481.
 megújulása 523.
 nyulványok 509.
 organizációja 242.
 ozmotikus tulajdonsá-gai 243.
 pótlása 521.
 részcskéinek moz-gása 30.
 szemcsékék 467*.
 térfogatának kisebb-bé 243.
 sugarak 487*.
 szerkezete 242, 482.
 szerkezeti viszonyai 242.
 vegyületei 5.
 vizsgálatai 483.
 zárványai 212, 213.
 Protopterus 498*.
 annectens 661.
 Protozoa 2, 50, 597, 598, 599.
 Protracheata 641.
 Prunoideae 400.
 Prunus 400.
 Psalliotia campestris 357.
 Pseudochasmantherás virágok 183.
 Pseudomonas europaea 333.
 Pseudoneuroptera 645.
 Pseudoparenchimatikus szövettét 91.
 Psilotum 84.
 Psithyrus vestalis 647.
 Psittacus erithacus 666.
 Pteridium aquilinum 217*, 369.
 Pteridophyta 68, 360, 366.
 Pterocarya 391.
 Pteropoda 633.
 Pteropus edulis 189, 670.
 Puccinia graminis 350, 355.
 Puhatestűek 597, 628.
 idegrendszere 567, 568, 569*, 629.
 osztályozása 629.
 szaporodása 629.
 Puhatestű állatoknak nyíló növények 187, 188.
 Pulex irritans 648, 649*.
 Pulmonata 633.
 Pulmonaria 408.
 Pünkösdi rózsza 170, 171, 195.
 Purpura faj 633.
 Puszpáng (Buxus sem-pervirens) 233*.
 Puszpángfélék 402.
 Pyrenin 485.
 Pyrenoida 340.
 Pyrola 173, 176, 201.
 Pyrus Malus erezett le-vele 133*.
 Python reticulatus 664.
 Quadratum 512.
 Quadrumana 670.
 Quercus 32, 148, 194, 391, 392.
 Rabl, lipcei anatómus 694, 696.
 Rablótelepek 479, 480.
 Rabszolgatartás 479, 480.
 -vadászat 480.
 Radialis levelek 133.
 Radiata 428.
 Radiolaria 43, 601.
 Radula 633.
 Rafflesia Arnoldi 125, 272*, 273, 393.
 Rafflesiaceae 106, 171, 393.
 Ragadozók 449, 517, 665, 666, 668, 670.
 Ragadós felületű mag-vak 201.
 Ragadványfű 201.
 Rágó szájszervek 642.
 Raja 660*.
 Rajus 425.
 Rajzó mozgás 324.
 -spórák 22, 331, 340, 350.
 Raktározó szövetrend-szer 219.
 Rana 505, 662.
 Ranales 382, 394.
 Ranunculus 99*, 154*, 155, 225*, 396, 397*.
 Ranunculaceae 396.
 Ranvier-féle befűződés 510.
 Raphanus 397.
 Raphia vinifera 384.
 Raphidiophrys 601*.
 Raphidok 213.
 Raponca 412.
 Raptatores 665.
 Raspail 464.
 Rath 550.
 Ratitae 665.
 Rauber 504.
 Ray John 64, 425.
 Rágcsálók 668, 669.
 Rája him csirasejtje 498*.
 Rák 483, 498, 518, 529, 549*, 559*, 575*, 591*, 639, 640.
 kutikulás hámja 495*, -félék 637, 638, 639.
 Rákosi vipera 664.
 Rázódó termés 201.
 Reagáló szervek 563.
 Rebarbara 393.
 Receptaculum 362, 367, seminis 544.
 Receptor nyulványok 509.
 Recés ereztű levelek 133.
 gyomor 519, 669.
 -szárnnyak 645, 646.
 Redi Francesco 53, 422, 423.
 Redia 53*, 54, 519.
 Redukciós osztódás 209, 366.
 Reflex 564, 565, 573.
 -ívek 564, 565.
 -közársaság 565, 572.
 -működések 564.
 -szervek 566.
 Reginer de Graaf 423.
 Reichenbach 120.
 Rejtett rügy 130.
 Rekeszfalak 176.
 Rekeszizom 534.
 Reliquiae Kitaibelianae 81.
 Renault B. 80.
 Rence 126.
 Rendes rügy 130.
 Rendszer, Engler-féle 68.
 Eichler-féle 68.
 mesterséges 64.
 szellőztető, nyílásai 248.
 természetes 64, 65.
 -tani növényhisztolo-gia 205.
 Repce 267, 351*, 397.
 Repcsény 397.
 Repkény 409.
 -borostyán 405.
 Reprodukív szervek 86.
 Repülőkészülékkel ellá-tott termések 100.
 Repülőszervek 664.
 Reptilia 659.

- Reszelő 633.
 Retek 195, 397.
 -alaku gyökér 97.
 Retepora 622.
 Retina 559, 644.
 Rezeda 11, 176, 180.
 Rezgő nyár 391.
 Réaumur 38, 54.
 Répa 393.
 -levél elemzése 240.
 -gyökér 97, 241.
 Részarányos pártá 170.
 virág 156, 182.
 Részletes állattan 418.
 Réteg, keményítős 228.
 Rézsikló 664.
 Rhabditis nigrovenosa 617.
 Rhamales 403.
 Rhamnus 403.
 Rheotropizmus 316.
 Rheum 130, 200, 393.
 Rhinanthus 273.
 Rhinocerus bicornis 669.
 Rhinodon typicum 660.
 Rhinolophus ferrum-equinum 670.
 Rhipidodendron splendendum 469, 471*.
 Rhisophia 476*.
 Rhizocarpon geographicum 360.
 Rhizocephala 44, 594.
 Rhizocirinus lofotensis 628.
 Rhizoidák 88, 92, 94, 95*, 362.
 Rhizoma calami 387.
 Rhizomorpha 277, 357.
 Rhizophora mangle 102, 204.
 Rhizopoda 30, 47.
 Rhizostoma pulmo 609.
 Rhododendron 173, 177*, 404, 406.
 Rhodites rosae 647.
 Rhodophyceae 347.
 Rhoeadales 396.
 Rhus 402.
 Rhynchota 645.
 Rhynchocephalia 663, 676.
 Rhytisma 353.
 Ribes 233*, 239, 398.
 Ribiszke 398.
 Riccia 94*, 365.
 Ricciaceae 362.
 Richard 375.
 Richerand 9.
 Richter E. H. 59.
 Ricinus 172, 173*, 192*, 202, 252, 267.
 Rigó 666.
 -pohár (Cypripedium calceolus) 389*.
 Rivinus 64.
 Rizs tartalékkeményítője 212.
 Robinia 401.
 Rochel Antal 81.
 Roestelia cancellata 355.
 Róka 443, 451.
 Rondelet 422.
 Rosa 32, 116, 196*, 399, 400.
 Rosaceae 398.
 Rosmarinus 409.
 Ross 56.
 Rostacsövek 218.
 -lemez vastagodás 215.
 Rostedény-rendszer 29.
 Rostok elrendezése 501.
 Rostos léggyökerek 102.
 Rosttracheidák 217, 234.
 Rotáció 211, 325.
 Rotalia Freyeri 601*, 602.
 Rotatoria 610.
 Ratiofer vulgaris 617.
 Roule 565*, 566.
 Rovarevők 397, 668, 670.
 Rovarevő növények 21, 44, 269, 411.
 Rovarak 11, 529, 532, 550*, 533*, 575, 641, 642, 644, 645.
 felosztása 645.
 Rovaroknak nyíló növények 187, 188.
 Rovarfajok száma 645.
 Rozites gongylophora 283.
 Rozmár 670.
 Rozmarin 409.
 Rozmaring 130.
 Rozs 162, 225*, 385.
 Rózsa 11, 117, 136, 148, 170, 198, 400.
 Rózsafélék 398.
 Rózsa lisztharmatja 352.
 gubacsdarázs 647.
 rozsdája 355*.
 Rozsdagombák 354, 355.
 Rozsszalma 256, 240.
 Rozsszem 241, 256.
 Rögzítőszervek 518.
 Röpülő kutya 670.
 Rövidfarkú rákok 641.
 Rubiaceae 411.
 Rubiales 411.
 Rubus fajok 116, 124, 399.
 Rudbeck 423.
 Ruellia anisophylla 173*.
 Rugalmas pórc 503.
 rostok 501.
 Rugósan szóró termések 202.
 Ruhatető 648.
 Ruhland 350.
 Rumex 393.
 Ruminantia 669.
 Ruprecht 345.
 Russula 358.
 Rustus aculeatus 123*.
 Rutafélék 401, 402.
 Rutaceae 401.
 Ruysch 422.
 Rügy 109*, 128, 129, 130, 136, 193, 204.
 fakadása 130.
 -kosár 365.
 -pikkelyek 145, 129.
 sajtóssága 130.
 -takaró 129.
 -testecske 366, 365.
 Rühátka 651*.
 Saccharomyces 55, 87, 276, 340, 353*, 354.
 Saccharum officinarum 384.
 Sacconereis 620*.
 Sacculina carcini 45*, 518, 640.
 Sachs 64, 70, 72, 75, 76, 100, 144, 215, 218, 219, 223, 225, 233, 253, 257, 262, 264, 276, 289, 290, 292, 293, 310, 312, 313, 317, 375.
 -féle íves mutató 291.
 íves növekedésmérője 291*.
 Sadebeck 368, 369*.
 Sadler József 82.
 Saenuris rivulorum 621.
 Sagartia parasitica 563*.
 Sagitta hexaptera 617.
 Sagittaria sagittaeifolia 383.
 Saint-Hilaire Geoffroy 67, 427, 428, 429, 433, 434.
 Sajátságok öröklődése 328.
 Sajgatóhal 576, 578.
 Salamandra maculosa 662.
 Salamon pecsétje 119, 389.
 Saláta 412.
 -boglárra 103, 121, 122, 135.
 Salicales 391.
 Salicaria 186.
 Salicornia herbacea 259.
 Salix 158, 391.
 fajok 128.
 Sallangós levél 141.
 Salpa 14, 654, 652.
 Salsola 393.
 Salviani 422.
 Salvia 128, 169, 409.
 Salvinia 84, 151*, 369, 370*.
 Sambucus 164, 411.
 Sambucus-fajok magvai 126, 201.
 Sanicula 201.
 Sanio K. 72.
 Santalaceae család 393.
 Santales 392.
 Sanvitalia procumbens 201.
 Sapindales 402.
 Saponaria 165, 394.
 Saporta G. de 80.
 Saprolegnia 316.
 Saprophyták 107.
 Sarcina ventriculi 333.
 Sarcocarpium 196.
 Sarcode 600.
 Sarcodina 47, 600.
 Sarcophylus ursinus 664.
 Sarcopites scabiei 651.
 Sarcorhamphus griffithi 666.
 Sargassum 346, 347*.
 Sarjadzás 11, 12.
 Sarjagumó 118, 122.
 Sarjagyma 118, 122.
 Sarjhajtások 117.
 Sarki fűz 391.
 Sarkodés állatka 43, 47, 600.
 Sarlók 360.
 Sarlóvirágzat 162.
 Sarracenia 44, 151, 269, 270, 398*.
 Sarraceniales 397.
 Sasharasz 217*.
 Saskeselyű 666.
 Satureja 409.
 Sauria 663.
 Saussure 73, 74.
 Sauvageau 235.
 Sav-amidok 241.
 Savóshártya 520.
 Saxifragaceae 398.
 Saxifraga granulata 121, 122.
 Saxifragales 398.
 Sáfrány 121, 174, 177, 320, 389.
 Sárgadinnye 412.
 Sárfa viola 403*, 404.
 Sárkányfa élettartama 32.
 Sárkányfélék 389.
 Sásfélék 119, 135, 383, 385, 386.
 Sáska hallószerve 552*.
 Sátángomba 357.
 Sátor 159.
 Scabiosa 412.
 -fajok 202.
 Scampi 641.
 Scansores 665.
 Scaphognathus 531.
 Scaphopoda 629.
 Scarabaeus sacer 646, 647.
 Schacht 119.
 Schenck 78, 80, 91, 93, 94, 95, 235, 341, 350, 359, 363, 368, 371, 372.

- Scheuchzeria palustris* 383.
Schewiakoff 603, 604.
Schilling 337.
Schimper 69, 78, 80, 246, 247, 273, 274, 283, 284.
Schiple 532.
Schistocephalus nodosus 616.
Schistosomum haematobium 613.
Schistostegia-moh 277, 366.
Schistostegia osmundacea 278*.
Schleiden M. I. 66*, 69, 71, 72, 75, 76, 83, 430, 455, 464, 465, 466, 467.
Schmanekewitsch 684.
Schmarda 541.
Schmeil 118, 122, 190, 247, 272.
Schmidt 163, 174, 558.
Schneider K. C. 497, 499, 507, 509, 511.
Schoutte 238.
Schouw 78.
Schönlein 577.
Schrader 570.
Schröter 331.
Schulthess 618.
Schulze F. E. 2, 55, 467, 542, 549, 566, 601.
Schultze Miksa 466, 483.
Schur I. F. 82.
Schücking 586.
Schütt 337, 338, 339.
Schwann 55, 430, 431, 455, 465, 466, 467, 483.
 -féle burok 509.
Schwendener 69, 70, 72, 250, 383, 389.
Scirpus 111*, 386.
Scitamineae 192, 389.
Sciurus vulgaris 670.
Scleranthus 394.
Scleroderma 610.
Scolecida 611, 612.
Scolex 14, 644.
Scolopax rusticola 666.
Scolopendra 642, 643.
Scolopendrium 134*, 369.
Scomber scombrus 660.
Scotus Michael 421.
Scorzonera 218*, 412.
Scrophularia 188, 411.
Scrophulariaceae 411.
Scutigera coleoptrata 642.
Scyphomedusa 609.
Scyphopolyp 609.
Scyphosa 608.
Scyphozoa 14, 609.
- Sebesülés, növényeké 252.
 Sebzés 300.
Secale cereale 385.
 montanum 385.
 Sectio 329.
 Secundár sejtfalréteg 207.
 Sedum 398.
 Segédcservék 156, 163, 179.
 Sejt 4, 72, 205, 207, 216*, 217, 422, 462, 464, 466, 468, 486.
 alakváltozása 288.
 -állam 8, 580.
 állandósulása 291, 293.
 Sejtesaladok 88, 89*.
 Sejtesomós csira 191.
 Sejt dinamikai központja 492.
 egyszerű gödörkével vastagodott 217.
 ekvatoriális síkja 269.
 embrionális 289.
 életműködései 7.
 Sejtfal 5, 206, 214, 465, 467.
 anyagai 216.
 duzzadtsága 243.
 egyszerű, csőalakú bemélyedése 215.
 feszültsége 243, 244.
 hiánya 207.
 merevsége 216.
 növekedése 288.
 -rétegek 214.
 sajtáságai 216.
 törékenysége 216.
 változása 207.
 vastagodása 207, 214, 215, 216, 217, 293.
 Sejt fogalmának fejlődése 467*.
 -fonál 90, 91, 349.
 -fonalas telep 90.
 -hártya 5, 207.
 -határok 495.
 -képződés 464.
 kihagyezett 217.
 -kolóniai 88.
 közép síkja 209.
 -közi üreg 220.
 -közötti állomány 499, 500.
 -közi járatok nyílásai 248.
 -lap 361.
 -lemezes telep 90, 91.
 Sejtmag 72, 206, 209, 210, 212, 465, 481, 484, 486, 487*, 489, 495.
 alakja 207, 484*.
 állománya 6.
- Sejt belseje 208.
 helyzete 207, 485.
 -mag, kromatikus állománya 484, 485, 488.
 oszlása 208, 209, 488.
 rendes 488.
 szerepéről 483.
 szerkezete 208.
 színeződő 484.
 változtatása 207.
 Sejt, megnyúlt 217.
 nagysága 288.
 -nedv 207, 214, 465.
 oszlási szerve 7.
 osztódás 71, 75, 209, 288, 289, 462, 483, 488, 489, 490, 492, 578, 589.
 részei 481.
 sejtfallal körülrárt 205.
 sejtfallal nem bíró 242.
 sokszögletes 217.
 somatikus 289.
 szakaszolása 288.
 szaporodása 208, 462, 488.
 szerkezete 482.
 -telepek 469.
 -test 361.
 -üreg 206.
 vízmennyiségének gyarapodása 293.
 Sejtes növények 66.
 szövettest 92, 93.
 Sejtek differenciálódása 463, 508.
 élettani működése 205.
 kettéosztása 207.
 különböző alakú sejt-magvakkal 486.
 növekedése 304.
 ozmotikus nyomása 293, 304.
 szervei 8.
 végleges kialakulása 291.
Selache maxima 660.
Selachii 659.
Selaginella 153, 371, 372*, 373.
Selaginellaceae 114.
Selago 371.
Selectio 434, 675.
 Selyemhernyó pebrinkója 605.
 -lepke 649.
 Selyemszörű majom 670.
Selymes boglárka 397*.
Semipermeabilis hártyák 243.
Semper 9, 537.
Sempervivum 111, 181, 398, 296*, 299.
Senebier 73.
- Senecio* 412.
Sepián 635.
Sepia officinalis 634*.
Septum 619.
Sequoia 380.
 Seriális mellékrügy 130.
 Serlegvirágzat 162.
Serranus cabrilla 660, 661*.
Serpula vermicularis 531*, 621.
 Serték 201, 223, 666.
 Sertelábú fereg 619.
 érrendszere 602.
 kiválasztószervei 620.
 sóvényei 619.
 Sertés 669.
 Seseli 405.
 Seta 95*.
 Sexuális dimorfizmus 363.
 rendszer, Linnéé 65.
 Sharp 647.
Siebold 427, 428, 597.
Sigillaria 371.
Sikkantyu 170.
Sikló 505, 520*.
Silene 23, 165, 169*, 202, 394.
Silispongia 606.
Silurus glanis 660.
Simia 571, 670.
Sinapis 306*, 397.
 Singsont izület 656.
 Sipsont izület 656.
Siphon 374.
Siphonaeae 340, 348.
Siphonogama 372, 373.
Siphonophora 12.
Sipunculus 574*, 622.
Sirap 498*, 666.
Siredon pisciformis 662.
Sirene lacertina 662.
Siringa vulgaris lomb-rügye 129*.
Sisakvirág 169, 180, 396.
Sisymbrium 397.
Sklerocium 349.
Skorpio 636, 650.
Smalian 126, 127, 129, 148, 162, 202, 321, 408.
Smerninthus ocellata 649.
Smilax 150*, 151.
Sobotta 501, 502, 503.
 Sodort szirmuak 407.
Sodorva szóró termékek 202.
 Sok éves növények 125, 126.
 -falkás porzók 174.
 -fejú gyökértörzs 119.
 -laki fajok 166.
 -magvuak 394.
 -rétű virág 170.
 -sejtű állatok 462, 471, 605.

- Soksejtű állatok anyag-
cseréje 524.
szaporodása 605.
Sokszívókások 613.
taguság 182.
-tengelyű növények 116.
-termesű növény 194.
-virágú paszuly (*Phaseolus multiflorus*) 314*.
Solanaceae 410.
Solanum 410.
Solarium perspectivum 631*.
Soldanella 183, 406*, 407.
Solenopsis fugax 479.
Solidago 412.
Solinus 420.
Sólyom 666.
Solms-Laubach 272.
Somatikus sejt 289.
Somfa 134, 196.
Somfélek 180, 405.
-koró 117.
Sommer 522.
Sonchus 412.
Sophius piscatorius 520*.
Sorus 399.
Sorex vulgaris 670.
Soros mellékágak 114.
Sorrend akropetalis 98.
Sorus 152.
Sóska 117, 393.
-bolyán 350.
-borbolya 396.
-cserje 322.
-fa 150, 155*, 159, 173.
bogyótermése 196.
-sav 241.
-savas mészkristályok jelentősége 213.
Sós növények 259.
Sósélesztő 276.
Sörélesztő gomba 353*.
Sörényűszó 656.
Sötétben nőtt növények alakváltozása 296.
Sövény bükköny (*Vicia sepium*) 302*.
Spárgafajok 123, 389.
Spatangus purpureus 627.
Spathia 386, 387.
Spathiflorae 387.
Spathiphyllum 385*.
Species 329.
Spencer Herbert 9, 434.
Spengel 622*.
Spermaciumok 348, 355.
Spermatum 492, 494.
Spermatophyta 373.
Spermatoforák 545.
Spermatozoida 15, 77, 341, 343, 360, 363, 374, 498.
Spermium 15, 498.
Spermogonium 355.
Sphaecelia 353.
Sphaerechinus granulatus 627.
Sphaerella 340, 341*.
Sphaeria Scirpi 304, 305*.
Sphaerium rivicola 630.
Sphaerogastres 650.
Sphaerotheca pannosa 352.
Sphaerularia bombi 680.
Sphagnaceae 365.
Sphagnum 77, 259.
Sphenodon punctata 663.
Sphinx pimastris 649.
Spicula 606*, 617.
Spinacia oleracea 394.
Spiraea 399.
Spiraeoidae 399.
Spirálsan álló ágak 114.
Spiráls vonal 142.
Spirál-teória 69.
Spirantes 390.
Spirillaceae 333.
Spirillum 87*, 333.
Spirochaete 87*, 333, 334.
Spirographis Spallanzanii 621.
Spirogyra 77, 339, 340.
Spongaria 605.
Spongilla 605.
Spongium 606.
Spontán mozgások 322, 323.
Spóra 13, 86, 152, 349, 367, 369, 370, 604.
anyasejtek 364.
Sporangium 152, 153, 330, 331, 370.
csoportok 366.
Spórangium felnyílásának oka 304.
-képződés 11, 13, 35, 354, 361.
külsője 364.
Spórás állat 14, 47, 600, 604.
növények 86.
Spóratartó 364.
termések 46.
tömeg 330.
-szóró vár 331.
Spórás véglények 55.
Sporofita generáció 363.
Sporoblast 56.
Sporociszta 53*, 54, 518.
Sporofillum 369.
Sporogonium 95*, 364, 373.
belseje 364.
Sporozoa 12, 47, 600.
Sporozoit 56.
Sprengel Conrád 76, 77.
Spumaria 331*.
Squilla mantis 640.
Stachys 409.
Stahl 27, 321.
Standfuss 683, 695.
Stangeria 375.
Staphyleaceae 402.
Statikai egyensúlyérzék 21.
Statoblast 13.
Statocysta hipotézis 314
Stapelia 188.
Statice fajok 407.
Statolithok 314.
Staurotus maroccanus 646.
Stearinsav 241.
Stein 48, 49, 471.
Steiner 567, 568.
Stele 219, 230.
Stele-elmélet 225.
Stellaria 394.
Stellut 422.
Stemma ocellus 644.
Stemonitis 331, 332.
Stentor 486.
coeruleus 603*.
Stephalia corona 609.
Sterculiaceae 403.
Stercum 356.
Sterigma 350.
Steril sejtek 364.
Sterna hirundo 666.
Sternberg Kaspar 78.
Sterne Carus 43.
Sticta pulmonacea 360.
Stigeoctonium 341.
Stigma 532, 641.
Stipa 194, 202*, 384.
-fajok 202.
Stipites Laminariae 346.
Stipocaulon 92*, 93.
Stolo prolifer 563.
Stomata 220.
Stomatarius párolgás 248.
Stomatopoda 640.
Stomias boa 561.
Strasburger 5, 22, 42, 46, 70, 72, 76, 84, 91, 95, 109, 120, 121, 124, 129, 131, 203, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 214, 216, 222, 223, 226, 229, 236, 237, 256, 269, 284.
Strassburgi terpentin 380.
Stratiotes 383.
Streptococcus 333, 334.
Strix flammea 666.
Strongylocentrotus 627.
Strongylognathus 480.
Strongyloides intestinalis 617.
Strongylus 618.
Struce 665.
Strucharaszt 152.
Struthis camelus 665.
Stylonichia mytilus 604*.
Styrax fajok 407.
Subspecies 329.
Subminimum 480.
Substratum 91.
Subumbrella 563.
Succisa 412.
Suctoria 604.
Sugaras állatok 455, 601.
Sugárcsatorna 624.
Sugaras elhelyezése edénynyalábok 225.
eres levelek 135.
szimmetria 624.
Sulyom 136*, 154, 194, 202, 404.
Surlók 258, 369.
Sus scrofa 669.
Süger 660.
Süket fajt 666.
Süllő 660.
Süllőhínár 405.
Südisznó tüskés 666.
Svábbogár 605, 646.
Svájc nivális flórája 80.
Swammerdam 53, 422, 423.
Sycon 606*.
Sycosa tarantula 651.
Symbiosis 43, 280, 282, 359.
Symphytum 162, 169, 408.
Synanthae 387.
Synapta digitata 628.
Syncarp termések 195.
Syncarpicus gynaeceum 175.
Synedra puccinella 88*.
Syringa 183, 407.
Systema 327.
Sizygia 15.
Szabad mézzel bíró virágok 188.
rügyek 130.
szirmuak 390.
szirmú pártá 170.
Szabályos pártá 170.
virágok 156, 182.
Szabálytalan pártá 170.
virágok 182.
Szaglás 567, 571, 657.
Szaglódúc 568.
gödöröcskék 550.
szervek 547, 549.
Szagos bodza (*Sambucus nigra*) 234*.
ibolya 404.
müge 411.
Szakasszóság 35.
Szalagos kapaszkodó léggyökér 101.
Szalamandra 505, 662.
békafele 546.
Szalmaszár 110, 111.
Szalmavirág 412.

- Szalonka 666.
 Szalpák 653.
 Szamár 669.
 kenyér 411.
 Szamóca 169, 197*, 198, 201, 399.
 Szapindusfélék 402.
 Szaporító hajtások 117, 123, 126.
 polipok 474.
 Szaporodás 9, 11, 76, 77, 301, 418, 584, 600.
 szervei 86, 363.
 termékenyítés nélkül 585.
 Szappanfű 394.
 Szaprofiták 42, 268.
 Szarkaláb 169, 170, 195, 396.
 Szarutülök 669.
 -vázú szivacs 607.
 Szarv 669.
 Szarvas 669.
 Szarvasbogár 646.
 Szarvasmarha 669.
 Szarvasok agancsának fejlődése 690.
 Szarvasgombafélék 353.
 Szarvasnyelv 369.
 Szattyu 412.
 Szádor 411.
 -félék 411.
 Szádorgófélék 106.
 Száj 489*.
 ellenes idegrendszer 563, 564.
 -korong 609.
 -nyílás 220, 221, 653.
 -részek 518.
 szervek 519.
 Szállítás iránya 267.
 sebessége 253.
 Szálló termések 200.
 Szár 69, 85, 96, 109, 113.
 élettartama 125.
 osztályozása 112.
 Szár bélesővének sejtjei 217.
 csavarodó 315.
 -csomók 110.
 -dugványok 117.
 elsődleges szövetei 231.
 földfeletti 308.
 formái 109.
 -gumók 119, 120.
 heliotropikus jelen-ségei 308.
 -kacsok 124.
 -képletek epidermisze 216.
 -levelek 146.
 másodlagos vastago-dása 235.
 Száraz növények 94.
 Szárazföldi növények 260.
 Szárazföldi növények vízfelvétele 245.
 planáriák 612.
 állatok alkalmazko-dása 572.
 -csiga 630.
 Szár részei 109.
 szerkezete 229.
 sziklatti 97*, 108.
 szikfeletti 97*, 109.
 -szövetnek feszültsége 293*.
 szövetrendszere 95.
 -tagok 110.
 telepszerű 94.
 -tővisék 124.
 Származás 100.
 Származási fa 69.
 Származástan 671, 689.
 Szárnyak 170, 643.
 Szárnyasan hasadt le-vél 139.
 Szárnyas hímek 476.
 levél 132.
 nőstények 476.
 termés 194.
 Szárnyatlan rovarok 644, 645.
 Szárnyfedő tökéletes átalakulása 640.
 -tollak 665.
 Szárölelő levelek 137.
 Száron lefutó levelek 137.
 Százlábuk 641.
 érrendszere 642.
 idegrendszere 642.
 légzőszervei 642.
 Százrétű 519.
 szerkezete 642.
 Százszorszép 412.
 Szeder 197*, 201, 399.
 alakú csira 587, 597, 605.
 termése 197*.
 Szegfű 161, 165, 178, 196, 394.
 -félék 115, 170, 188, 394.
 Szekretorius hám 509.
 Szekrétrumok 496.
 Szeldelt levél 141.
 Szellemi működések alapja 570.
 Szeletsejt 90.
 Szelid gesztenye 227*.
 élettartama 32.
 Szellőztető szövetrend-szer 219, 248.
 Szelvények 416, 619.
 Szolvényszervesség 619.
 Szolvényszervesség 619, 611, 641.
 Szemek 119.
 Szem 558, 657.
 -fényfelfogó része 644.
 fénytörő része 644.
 -fogak 667.
 Szemesetlen plazma-hártya 211.
 Szemfolt 22, 48.
 -golyó 558.
 -artéria páratlan 526.
 színes kárpitja által visszavert fény 559.
 Szemtermés 194.
 Szemvidítő 106, 125.
 Szemvillogásnak oka 559.
 Szemérmes mimóza 21.
 Szeműveges kigyó 664.
 Szeplőlapu 408.
 Szerbtövis 197.
 Szerkezet, 212.
 Szervecskék 8.
 Szervezet 2.
 Szervek 8, 511, 512.
 differenciálódása 686.
 fejlődése 590.
 fokozatos átalakulása 690.
 kialakulásának folya-mata 511.
 működésének közpon-tosítása 572.
 működésváltása 687.
 tartáléktápláló anya-got gyűjtő 145.
 Szerves anyagok felszí-vódása 522.
 élet 59.
 savak 241.
 Szervezetek átalakulása 676.
 életműködései 35.
 fejlődésének okai 482.
 plaszticitása 685.
 soksejtű 463.
 Szervek tökéletesedése 686.
 Szerves világ kapcsola-ta 50*.
 Szervkezdemény 590.
 -készülékek 8.
 -rendszer 8.
 Székfű 160, 412.
 Szélfű 402.
 Szélnek érő mag 200.
 nyíló virágok 186.
 erő termés 200.
 Széndioxid asszimilálás 264.
 átadása 526.
 Szénhidrátok 241, 267.
 -sav 74.
 -savas mész 216.
 asszimilálása 261, 262, 263, 266.
 Szépiacsont 635.
 Szétáramló mozgás 211.
 -terjedő ágak 116.
 Szféra 6.
 Szifonofora (Veella spi-rans) idegrostja 476*, 511, 609.
 Szifonofora telepének szerkezete 475*.
 Szijács 235.
 Sziklatti szár 97*, 108, 109, 193*, 204.
 Szikfeletti szár 97*, 109, 204.
 Sziki saláta 407.
 Sziklevelek 97*, 109, 144, 145, 193*.
 Szil 392.
 Szilárdság 216.
 Sziléne 394.
 Szilfa 147.
 194, 200.
 élettartama 32.
 Szilfélék 392.
 Szilva 193*, 196.
 -fafélék 400.
 táskásodása 353.
 Szimbíózis 477.
 Szimpla virág 170.
 Szinadó anyagok 267.
 Színes szemecskék 210.
 Színjátzó sejt 27.
 Színtelen vérsajt 7*.
 Szirom 169.
 foltok 181.
 -levelekhez nőttporzó-kör 406.
 -levél 381, 405.
 Sziromtalan virág 164.
 Szirti galamb 666.
 Szisztematika 417.
 Szisztematikai állattan 418.
 Szitakötő 533, 640, 643.
 Szittyófélék 111, 161, 200, 388.
 Szittyós sás 386.
 Szív 525.
 Szivacsok 13, 28, 472, 563, 605, 606.
 Szivacs parenchyma 227.
 -telep 472*, 473.
 Szív billentyűi 525.
 -gyökér 99.
 -kamra 526.
 középponti része 525.
 nyílásai 526.
 osztott 528.
 összehúzó izomsejt-jei 525.
 szerkezete 658, 667.
 Szívóférgék 612, 613.
 osztályozása 613.
 Szívógyökér 105.
 Szívók 105.
 Szívókák 93, 613.
 Szívókás ázálkállatkák 604.
 Szívókorong 518, 621.
 -nyúlvány 106.
 -sejtek 364.
 szervek 518.
 Szklereidák 217.
 Szklérociomok 349.

- Szkombro 660.
Szociális szimbiozis 478.
 parazitizmus 480.
Szomatikus mag 488.
Szomorú fűz 391.
Szorédium 359.
Szorítva szóró termékek 202.
Szorusz 367.
Szöske 552*.
Szőlő 124, 170, 180*.
 196, 252.
 -bogyó 256.
 -cukor 241.
 -félék 403.
 lisztharmit betegsége 352.
 peronoszporája 351, 351*.
 szárának ágkacska-ringói 124*.
 -tetű 648.
Szömöröcsök gomba himeniumának részlete 15*.
Szörképletek 132, 200, 221, 222.
 -pamatos magvak 201
 -ruhába öltöztetett növény 250.
Szörök 223, 666.
Szőszvirág 412.
Szövetek 8, 90, 217, 218, 219, 494, 502.
 anyagcseréje 528.
 embriónális állapotú 206.
 élettani működése 205.
 elkülönülése 511.
 elemek 8.
 elsődleges 231.
 embriónális állapotú 206.
 -feszültség 293.
 -közi hézagok 525, 527.
 másodlagos 231.
 -nemző egységek 238.
 rendszerek 219.
 sajátságai 205.
 támasztó 499.
Szövetséges telepek 479, 480.
Szövettan 71, 416.
Szövettest 90, 92, 93, 94.
Szövópók 651.
Sztereomhüvely 229.
Sztereida-sejtek 218.
Sztirax gyanta 407.
Szuberin 216.
Szulák 315.
 -félék 408.
 keserűfű 382*.
Szulfobaktériumok 277.
Szunnyadó élet 30.
Szűnyogok 648.
Szuronyalakú szerv 642.
Szúrószájszervek 643.
Szűtyő termés 195.
Szürke káka 386.
Szűzszaporodás 17, 580.
 mesterséges 586.
Szymonovics 502, 549, 562.
Taenia 518, 614, 615*.
Tagok kezdeményeinek alakulása 290, 291.
Takaró 363.
Talaj 245*, 259.
 abszorpció jelensége 259.
 anyagai 259, 260.
 -baktériumok.
 jellemző összetétele 259.
 nitrifikáció 264.
 viztartalma 249, 259.
Talamus bovinus 648.
Talpa europaea 670.
Talpdúc 568.
Talpkorong 607.
Talptörzs 567.
Tanaïs dubius 680.
Tamaricaceae 403.
Tamariskafélék 403.
Tamarix 201, 403.
Tapadókorongok 518.
 szárak 124, 113.
 szervek 518.
Tapintásra való érzék-bimbó 548*.
Tapintás szerve 547, 549*, 657.
Tapintó szemölcs 657.
 szörök 547, 548*.
Tapir 669.
Tapogatók 44, 563*, 638.
Tarack 118, 119.
Tarackos buza 119, 385.
Tarajos göte 505, 662, 797*.
 mellsontuak 665.
Tarantola mauritanica 663.
Taraxacum 171*, 412.
Tarisznyarák 640.
Tarsolyfű 397.
Tartalék keményítő 212.
 táplálóanyagok 5, 10, 117, 118, 145, 204, 212, 267.
Taschenberg 648, 651.
Tatatóvárosi mészko-lerakodások 344.
Tavaszi alakok 125.
Tavi káka 386.
Taxaceák 376.
Taxiák 325.
Taxis 23.
Taxodium 32, 79, 104, 128, 273, 376, 377, 380.
Taxus 32, 198*, 199, 201, 229, 376, 377.
Táblás támasztógyöke-
rek 102.
Támasztó idegszövet 495.
 -levelek 114.
 léggyökerek 102.
Tányérosiga 32.
Táplálószövet 373.
Táplálék anyagok 298.
 felvétele 518.
 talajból 259.
 felszívása 657.
 megemésztése 514.
 minősége 517.
 növényi 74.
Táplálékpikkely 121.
Táplálékraktározás módja 256.
Táplálékszerzés 418, 513, 603, 608.
Táplálkozás 9, 10, 18, 75, 93, 517, 519.
Tápláló anyagok 101, 234, 258, 521.
 folyadék 257.
 kromatin 488.
 -nedv szállítása 29.
 -szik 587.
Tárnics 125, 407.
 -félék 407.
Társasan való tenyé-
szés 299.
Társulás 88.
Tátogatók 170.
Teacserje 403.
Teafélék 403.
Tecoma 101, 189.
Tegenaria domestica 651.
Tegzes szitakötők 646.
Tehernövények 247.
Tehén 11.
Tejcukor 241.
Tejsővek 218.
Tejedények 218.
Tejfogak 667.
Tejmirigy 667.
Teka 171, 173.
Teknősök 505, 520*, 529, 663, 664.
Tella confervacea 344.
Telekia speciosa 410*, 412.
Teleostei 659.
Telep 11, 87, 88, 91, 478.
 adopcións 479, 480.
 -alakulás 93*.
 -alkotás 473.
Telepes növények 68, 87.
 sejtjei 236.
Telepes szalpák 563.
Telephora 360.
Telepképzés 469.
Telepszerű szár 94.
Teleszkop szem 557, 561, 600.
Teleutospórák 355.
Teljesen átalakuló ro-
varok 644.
 rejtett mézzel bíró virágok 188.
Tellina rostellum 630*.
Telphusa fluviatilis 640*, 641.
Telt virág 170.
Tenebrio molitor 646.
Tengelyfonal 509.
Tengely, látszólagos 114.
 megfásodott 199.
Tengerfenék állatvilága 558*.
Tengeri barna moszat 92*.
 csillag 19*, 499, 624, 625.
 hiroidpolip 39*.
 liliomok 625, 628.
 mohaállat 38*.
 moszatok 91, 92.
 nyul 520.
 pillangó 633.
 piros moszat 91*.
 rósák 610.
 serteláb 620.
 süger 660, 661*.
 sün 504*, 586, 625.
 szifonoforák 474.
 ugorka 325, 327.
Tengermélyi állatok 557, 600.
Tengeri ugorkák vízi tüdeje 535.
Tenger planktonja 339.
Tengervíz világítása 338.
Tentakulum 319.
Tenyeresen hasadt levél 139.
Tenyeres levél 132.
Tenyészőcsúcs 109*, 131, 206*, 207, 238, 289* 290.
Tenyészített len 401.
Tenyésztési kísérletek 256.
Tenyésztési mód 418.
Tephrosia 182.
Terebratula vitrea 624.
Termeszek 476, 477*, 645, 681.
Termékenyítés 15, 16, 19, 20, 27, 179, 190, 431, 483, 492, 579*, 582, 583, 584, 585*.
Termés 153, 179, 190, 194, 195, 196, 197, 200, 202, 478*.
 állatoknak éré 201.
 álmagvakra oszló 202.
 aromatikus 201.
 biológiája 199, 200.
 bogyókból összetett 197.

- Termés, csavarodva szóró 202.
fajták 193*.
-falazat 190, 192.
fejlődése 190.
megérése 305.
osztályozása 193.
összetapadó egyszerű 197.
összetett 197.
syncarp 195.
tüszőkből összetett 197.
zárt 194, 196.
Természetes halál 33, 34, 35.
kiválogatás 67.
növénycsoportok 65.
növényrendszer 330.
rendszer 64, 65, 66, 67.
származás gondolata 672.
Terminologia 419.
Termofil bakteriumok 335.
Termotaxis 24.
Termotropizmus 24.
Termó 163, 166, 174, 175*, 177*, 178*.
Termőhajtások 153.
Termőlevelek 152, 153, 154, 155, 175, 195.
-pikkelyek, megfásodott 199.
-porzó 172, 175.
Termős virág 164.
Termő test 330, 349.
vesszők 116.
Terpenek 241.
Terpeszkedő ágak 116.
Tertiár sejtfalréteg 207.
Test autoxydabilis 536.
dysoxydabilis 536.
egységesen szervezett 215.
-fal 606.
görbülése 302.
idegei 657.
-izek 614.
parenchima 611.
 plazma 489*.
-részek alaktani azonossága 416.
saját melege 529*.
-szelvény 639.
Testudinaria 120.
Testudo 520*, 664*, 684.
Testüreg 589*.
Testüreges férgek 616.
soksejtű állatok 525.
Tetanus 24, 487.
Tetrabanchia 635.
Tetramorium caespitum 480.
Tetrao urogallus 666.
Tetrarch gyökerek 96, 237.
Tetraspora 89*.
Tetrasporák 346, 348.
Tetromyzon fluviatilis 659.
marinus 659.
Tetszhozt állapot 36.
Tetvek 648.
Teucrium 409.
Teve 505, 669.
Tevőleges geotropizmus 98.
Téli magyal 402.
pihenés 36.
-zöld 201, 178*.
zöld bőrvény 157.
Tépőfog 670.
Térbeli élősködés 284.
Térdiszlet 656.
Thalassochelys carotta 664.
Thalaspis 397.
Thalassicola pelagica 601.
Thalassiphyllum 345.
Thales 672.
Thalictrum 164.
Thallophyta 68.
Thanoffer 505.
Thea chinensis 403.
Theaceae 403.
Theobroma cacao 403.
Theophrastus 63.
Thermotropizmus 316.
Thermonastikus mozgás 320.
Thermotaxis 326.
Thigmotropizmus 319.
Thesium 273, 393.
Thiotrix nivea 333*.
Thomson William 59.
Thiothrix 335.
Thorakotraka 640.
Thuja 203*, 380.
Thujopsis 380.
Thunus vulgaris 660.
Thurgan 361.
Thuret 77.
Thyllis 235.
Thymelaeaceae 404.
Thymus serpyllum szájnyílása 221*.
Thymus 409.
Tichomirov 17, 586.
Tiara pileata 609.
Tieghe 72.
Tifusz 334.
Tigris 670.
Tikszem 141*.
Tilia 32, 165, 173*, 383, 403*.
Tiliaceae 403.
Tillandsia 246*, 247*, 273*.
Tinea pellionella 649.
Tinal 660.
Tinóorrú gomba (Boletus edulis) 218*.
357.
Tintahalak 635.
Tinta zacskó 635.
Tintinnopsis beroidea 603*.
Tipikus symbiosis 280.
Tiszavirág 532, 533.
Tiszafa 229, 298, 377.
Tiszta elágazás 113*, 114.
Tisztesfű 409.
Tizlábú rák 640.
Tmesipteris 84.
Toboz 199.
termő fák 282.
termők 376.
bogyó 374.
virágzat 159.
Tobzosak 153.
Tobzos állat 669.
Tojás 665.
Tojócso 644.
Toklász 149.
Toklászok 149.
Tokophya cyclopum 604, 604*.
Toktermés 195, 197.
Tollak 665.
Tollernyos termés 200.
Tolypella nidifica 344.
Tonoplaszta 211.
Topolyfa 391.
Tordylium 405.
Tor 642.
Torma 397.
Torpedo marmorata 576, 577, 660.
Torreya 377.
Torzsavirágzatúak 159, 387.
Tournefort 64.
Többalakú telepek 12.
Többsejtűek 223.
-körü virágok 181.
-magvú termések 195.
rekeszű magház 195.
termések 195.
-rétegű fedőhám 495.
-sejtű telep 87, 88.
-ürege termések 195.
Tógy 667.
Tökéletesedés elve 77.
Tökés kacska 666.
Tök 171, 196, 412.
(Cucurbita pepo) 215*.
növény gyökereinek hossza 245.
-termés 196.
Tököfélék 161, 177, 412.
Tökéletlen átalakulás 646.
Tökehal 660.
Tőlevelek 118, 146.
Tölcséralakú pártá 170.
Tölgy 135, 149, 187, 192, 194, 391.
Tölgyfagyöngy 393.
fájának hosszmetsete 464.
kocsánytalan 392.
kocsányos 392.
taplógomba 356.
törzsének keresztmetsete 230*.
tenyésztése 258.
Töltelék állomány 516.
Tömlő 349, 374.
termés 195.
-spórák 356.
Tömlőgombák 46, 349, 352.
Tömlőállatok 12, 564, 589, 597, 605.
Törékeny gyök 663.
fűz 391.
Törész 225.
Törpe szártágúak 110.
boróka 293, 380.
-fák 128.
szártágú szár 110.
ág 116.
szártágú ágak 116.
Törzs 68.
csigolyái 655.
-fejlődésmentes 688.
izomzata 657.
-üreg 475*.
Tőszár 109*, 110.
Tővisrózsa 412.
Tőzegbogyó 402, 96, 365.
Tőzeg-moh 96, 259, 365.
-rozsmaring 405, 406.
Trachea 658.
Tracheata 637, 641.
Tracheapamat 642.
Tracheák 254, 531, 532.
Trachea-kopoltyúk 531, 533.
Tracheás állatok 532.
Tracheidák 234, 254.
Tradesantia 325.
233.
Trachea tüdők 531, 650.
Tragopogon 173*, 217, 228, 412.
Tradescantia 30, 387.
Trágyázás 265.
Transplantáció 300.
Transzformáció 671.
Transzversális heliotropizmus 311, 313.
Tranzitörikus keménység 267.
Trapa natans 404.
Traumatotropizmus 316.
Trematoda 612.
Trembley 430.
Tremella 356.
Trentepohlia 341.
Treub 283.

- Treviranus 71, 428, 464.
 Triarch gyökerek 96, 237.
 Tribulus orientalis 401.
 Trichia 331.
 Trichina 609, 618.
 Trichobacterinae 333, 334.
 Trichecephalus dispar 618.
 Trichophylla 403.
 Trichocysták 489.
 Trichomanes 368.
 Trichotrachelida 618.
 Tricoccae 402.
 Trichotis 407.
 Trifolium 401, 203.
 Trichechus rosmarus 670.
 Trifolium fragiferum 200.
 Trimonoius fajok 165.
 Trimorph fajok 177.
 Tripszin 44.
 Triticum 194, 384, 385.
 Triton 497, 500, 505.
 Triuridales 383.
 Trochasa 651.
 Trochophora-lárva 612, 629.
 Trochosphaera 612*.
 Trochus varius 633.
 Trofokromatin 488.
 Troglodytes niger 670.
 Troilus 175, 396.
 Trombitafa 411.
 Trombitafélék 411.
 Tropaeolum 136, 253, 263*, 318.
 Trophos 14.
 Trophogenesis 14.
 Tropidonotus 520*.
 Tropismák 306.
 Tropizmus 23, 26.
 Trutta 660.
 Trypanosomák 602*, 603.
 Tuber 353.
 Tubercaceae 353.
 Tubiflora 407.
 Tubipora Hemprichi 610.
 Tuboeuf 299.
 Tubularia 608.
 Tubicola 621.
 Tubuliflorae 412.
 Tulasne testvérek 77.
 Tulhajtott egyéni növekedés 581.
 Tulipán 23, 121*, 122, 157, 163, 168, 173, 178, 181, 201, 320, 389.
 Tulipánfélék 388.
 Tulipánfa 396.
 Túlkompenzáció 690.
 Tulpus 422.
 Tumboa 380, 381.
 Tunica 652.
 Tunicata 28, 652, 677.
 Tungi 348.
 Turbán lilium 389, 373*, 122.
 Turbellaria 43, 536*, 612.
 Turbinella pyrum 631*.
 Turbolya 405.
 Turdus merula 666.
 Turgor 243.
 Turtur auritus 666.
 Turpin 464.
 Tussilago 161*, 412.
 Túzok 666.
 Túcsók mezei 640.
 Tüdő 525, 533, 534, 657, 667.
 hólyagocskáinak száma 534.
 -fa 628.
 osztóér 528.
 -vezeték 658.
 Tüdők 531.
 Tüdős hal 659.
 -csigák 532, 631, 633.
 Túlevél, 229, 250.
 Tülek 136.
 Tündérfátyol 407.
 -rózsa 320.
 Türemlés 129, 156.
 Túlevélűek 133, 376.
 Tüskésbőrűek 529, 563, 564, 597, 624.
 ambulakrális edény-rendszere 624.
 ambulakrális csatornája 624.
 osztályozás 625.
 Tüskésdisznó 670.
 Tüskék 201, 223, 564*, 606*.
 Tüskésfejű 619.
 Tüsző 195, 497.
 -termések 195, 197.
 Tylenchus tritici 617.
 Typha latifolia 383.
 Tyrosin 266.
 Tyuktaréj 122, 168, 388.
 Tyuk 505.
 házi 666.
 -félék 665, 666.
 Tyukpoloska 651.
 Úexküll 564, 565.
 Udvaros vastagodás 215.
 Ugrándozó termés 202.
 Új alakok életképessége 329.
 fajok keletkezése 696.
 növény fejlődése 200.
 Ujjak 656.
 Ujjrafélek 529.
 Újszülött állat 593.
 Üledékes talaj 259.
 Üllő 559.
 Ulothrix 2*, 90*, 341.
 Ulva 91, 324*.
 Ulmaceae 392.
 Ulmus 32, 392, 131*.
 Umbelliflorae 405.
 Umbrella 563*.
 Uncinula spiralis 352.
 Unger 22, 67, 71, 72, 76, 78, 79.
 Ungulata 668.
 Unio 487, 630.
 Unipolaris tengelyű növények 94.
 Ur 479.
 Urak és rabszolgák aránya 480.
 Uredo alak 355.
 Urginea maritima 175*.
 Urodela 662, 677.
 Uromyces Pisi 299*.
 Ursus 670.
 Urtica 325, 392.
 Usnea 359*, 360.
 Ustilago 353, 354*, 355.
 Uszadéktérms 200.
 Uszógyökerek 103.
 Úszók 656, 665, 666.
 Úszóhólyag 475.
 -karéj 666.
 levél 228.
 Utifü 116, 159, 411.
 Utifüfélék 135, 411.
 Utóbél feladata 516.
 Utópotroh 636.
 Utózápfog 667.
 Utriculariák 44, 107, 151, 269, 270, 411.
 Utricularia 464.
 Űlő levelek 137.
 magkezdemény 178.
 porzók 172.
 rügy 130.
 Űreget alkotó levelek 269.
 Űröm 412.
 Űvegtest 556, 644.
 Vaccinium 406.
 Vacok 163, 197.
 Vadalmafák 399.
 Vadászati állattan 419.
 Vadgesztenye 189*.
 kömény 405.
 -lúd 666.
 -rózsa 23, 32.
 Vajsavas baktérium 279*, 334.
 Vakbél 519, 657.
 Vakgöte 662.
 Vakondok 670.
 Vakuola 207, 214, 244, 489.
 Valenciennes 661.
 Valerianaceae 411.
 Valeriana 166, 200, 411.
 Valerianella 411.
 Vallisneria 186, 187*, 325, 383.
 Vallisneri 54, 423.
 Valódi baktériumok 333.
 szövet 218.
 Valvula 343.
 Valvata piscinalis 633.
 Vampir 670.
 Vampyrus spectrum 670.
 van Beneden 485.
 van Tieghem 219.
 Vanellus cristatus 666.
 Vanessa 649, 684.
 Vanilla planifolia 172*.
 Varázslófű 405.
 Variáció 67, 699, 701.
 Variacionális mozgás 304.
 Varietas 329.
 Varjú 666.
 -borsó gyökérgumói 105*.
 -háj 398.
 -mák 403.
 -mogoró 103, 161.
 Vasa deferentia 544.
 Vasbaktériumok 278.
 Vastagbél 657.
 Vastagodás 215, 216.
 Vaucher 77.
 Vaucheria 22, 341.
 Váladéktartó szövet-rendszer 219.
 Válaszfalak 176, 196.
 Vállöv 656.
 Váltakozva gyűrűs áll-lású levél 142.
 Váltvarú állatok 16, 644.
 növények 16.
 Váltóláz 604.
 Változó hőmérsékletű állat 529.
 Vándorsáska 646.
 Vándorsejt 26.
 Váz kifejlődése 574.
 Vedlés 637.
 Vegetatív sejt 174, 208*.
 szaporodási szerv 365.
 Vegyes rügyek 129.
 Veliger lárva 598, 629.
 Velőbarázda 589*.
 -lemez 589*.
 Velős hüvelyűek 510.
 Velum 563, ...
 Vénásból 526.
 Vendég 479.
 Vendégeskedés 479.
 Veratrum 388.
 Verbascum 137, 411.
 Veréb 666.
 -félék 665, 666.
 Vergilius 52.
 Vermes 597, 611.
 Veronica 182, 296.
 -fajok 125.
 Vermes vastagodás 215.
 Vertebrata 428, 597, 654.
 Verticillatae 390.
 Verworm 24, 25, 486.
 Vesalius 422.
 Vese 525, 538, 658.
 -sejtek 497.
 Vesiculae seminales 545.

- Vespa crabro 647.
 Vespertilio murinus 670.
 Vesseler 623*.
 Veszedelmes égési ter-
 mékek 536.
 Vetemény paszuly (Pha-
 seolus vulgaris) 265,
 320*.
 Vezérsajt 237.
 -sejt osztódása 237.
 Vezérszem 130, 265*.
 Vezértest 7, 466, 467,
 485, 486, 487, 491,
 584.
 Védelmi együttélés 479.
 Védő berendezések 558.
 burok 373.
 hüvely 230, 236.
 -szervek 117, 124,
 150.
 Végi 563.
 Végkészülék 499.
 Végként 2, 24, 37, 50,
 468, 579, 597, 599,
 604.
 együttélése moszatok-
 kal 477.
 mozgásai 599.
 osztályozása 600.
 propagatórikus
 magva 488.
 szaporodása 600.
 teste 599.
 tenyészése 56.
 Végtagok 656, 657.
 Vékonybél 523, 657.
 Vékonygyökér keresz-
 metszete 223*.
 Vénás vér 526.
 edényrendszer 658.
 Vénic 391.
 Vénusz-légyfogó 23*.
 Vér 503, 504, 525, 528.
 áramlása 514, 525,
 526, 528.
 hőmérséklete 667.
 mozgása 525.
 Vérehulló fecskefű 396.
 Véres kenyér 335.
 Vérérek 528, 532.
 -keringés fogyatékos-
 sága 528.
 oxigén tartalma 525,
 528.
 ozmotikus nyomása
 504.
 -plazma 503, 504, 527.
 -tetű 648.
 Vérsejtek 503, 504, 505.
 Vértő 408.
 Viaszk 241.
 Viaszréteg 219.
 Viburnum 123*, 159,
 182, 203, 411.
 Vicia 148, 401.
 -fajok 131.
 Vicsorgó 152.
 -félék 106.
 Victoria regia 277, 394,
 395*, 395.
 Vidra 520*, 670.
 Vidrafű 407.
 Viharfecske 11.
 Viktoria ház 84.
 Villaág 114.
 Világító szerv 561, 562.
 protonemasejt 278*.
 Villamos haresa 575.
 Villás elágazás 92, 113*,
 114, 115.
 Vinca 407.
 Viola 135, 142*, 175,
 183*, 403*, 404.
 Violaceae 182, 404.
 Violafélék 403, 404.
 Virág 144, 154, 155, 381.
 -állatok 38, 608, 609,
 610.
 -buroklevelek 149.
 -berendezések 182.
 -feladata 182.
 -formák 181, 182.
 -hüvelyek 150.
 -körök tagjainak szá-
 ma 181.
 -levelek 154, 155, 166,
 167.
 nyílása 182.
 Virág öttagú 407.
 -pelyva 149.
 -por 76, 172, 209,
 372, 373*.
 részarányos 156.
 -részek 156, 163,
 181.
 -rügyek 129.
 szabályos 156.
 -szerkezet 166, 181.
 -takarók 155, 156,
 163, 166, 168, 171,
 189, 381.
 Virágok rovarfogó ké-
 szüléke 398.
 Virágok elhelyezkedése
 155.
 fejlődése 155.
 illata 190.
 nyílása 190.
 Virágok színeződése 190
 Virágos káka 136.
 Virágos növények 68,
 153, 238, 372, 373.
 Virágrügy 156.
 Virágtalanok 65.
 Virágtengely 154, 163,
 166, 166*, 197, 198.
 Virágzati tengely átala-
 kulása 199.
 Virágzás 190.
 Virágzat 155, 157, 158,
 160, 169, 162.
 Virchow 52, 465.
 Virgilia 148.
 Virginia boróka 380.
 Viperák 441, 529, 664.
 Vis vitalis 417.
 Viscum 106*, 273, 274,
 393.
 Visszafozdult magdudor
 179*.
 Visszaszerző erő 572,
 573.
 Visszatérő mozgás 304,
 321.
 Viszonyossági szervek
 513, 545.
 Vitaceae 403.
 Vitalisztikus iskola 481.
 Vitális folyamatok 481.
 Vitis 403.
 Vitorla 170.
 -tollak 665.
 Vitorlás bóka 401*.
 Vivipar állat 593.
 Viviparismus 204.
 Viza 660.
 Víz alakító ereje 287.
 befolyása a növeke-
 désre 298.
 Vízbe hulló magvak 200.
 Vízben alámerült nő-
 vény 261.
 élő növények gyöke-
 rének szerkezete
 237.
 Vizedényrendszer 612,
 624.
 Vízemelkedés gyors-
 sága 254.
 Vízéletmód 547.
 Víz boglárka 287.
 Víz, imbibált 303.
 Víz kiválasztás feladata
 253.
 Víz közvetítésével ter-
 jedő növények 200.
 Vízkultúra 260, 264.
 Víz mennyisége 251.
 -nek nyíló virágok
 186.
 -nyílások 221.
 pótlása 246.
 szállítása 127, 251,
 253, 254, 255.
 Víz színén uszó szár 113.
 Vízszállító oszlop 251*.
 Vizi atkák 651.
 -boglárka 154.
 -borjú 53.
 gyökerek 103.
 harasztok 369.
 -kender 412.
 -lencsék 125, 195.
 -ló 505, 669.
 -ló fark 155.
 -növények magvai
 200.
 -rózsa 155, 394.
 Vizi rózsafélék 169, 172,
 176, 181, 192.
 sikló 664.
 skorpió 648.
 Vogt 535.
 Volvocineae 22, 28.
 Volvocales 340.
 Volvox 3*, 22.
 Vonatkozás, gomba és
 moszat közti 280.
 Vombat 668.
 Vortex viridis 542*
 612.
 Vorticella 55, 486*.
 579*, 636.
 Vöchtling 295.
 Vöcsök, búbos 666.
 Vörös áfonya 406.
 fenyő (Larix euro-
 paea) 32, 128, 230*,
 379.
 Vöröshagyma 108, 122,
 388, 647.
 Vörös moszatok 347.
 répa 394.
 véresejtek 505.
 de Vries 68, 243, 329,
 685, 700.
 Vultur monachus 666.
 Wahlenberg G. 82.
 Waldheimia flavescens
 624.
 Waldstein Ferenc Ádám
 gróf 81.
 Wallace 329, 700.
 Warming 78, 333.
 Wasmann Erich 675,
 676.
 Weismann Ágost 34,
 433*, 434, 697.
 Weiss 215.
 Weldon 700.
 Wellingtonia gigantea
 32.
 Welwitschia 132, 380.
 Wettstein 697.
 Wiedersheim 534.
 Wieler kísérletei 254.
 Wierzbicki 82.
 Wiesner 103.
 228, 296, 311.
 Willkomm 158, 198.
 Winkler 17, 586.
 Winogradsky 279, 303.
 Winter 600.
 Winterl Jakab József
 81.
 Witham Henry 79.
 Wöhler 74, 481.
 Wolff C. F. 71.
 Wolff 432, 593.
 Wolton Edward 445.
 Woodwardia fajok 117.
 Wossidlo 185, 268.
 Woronin 89, 280, 331.
 Wyville Thomson 601,
 602, 607*, 625, 626,
 627*, 628*.
 Xanthium 412.
 Xanthoria parietina 93,
 247*, 360.
 Xantofill színyanyagok
 210, 211.
 Xenobiosis 479.

- Xenogámia 184.
 Xeranthemum 412.
 Xerophyta növények 250, 287.
 Xiphacantha 601*.
 Xylem 223.
 Zab 384.
 kalászkája 148.
 -szem 240.
 tartalék keményítője 212.
 üzög-gombája 351.
 Zamia 375.
 Zanót 401.
 Zannichellia palustris 383.
 Zápfogak 667.
 Zárt termések 193, 196.
 Zápóca 405.
 Záródott állapot 320.
 Záróhártya 215.
 -sejt 220, 221, 250.
 Zászló 170.
 Zárt edénynyaláb 224.
 érrendszer sajátága 528.
 termések 193, 194, 200.
 véredényrendszer 643.
 virágok 183.
 Zárvatermők 153, 381.
 Zárvatermő becőke 195.
 Zátonyépítő koralltelepek 474*.
 Zea 194, 384.
 Zeller 405.
 Zelnice meggy 400.
 Zerge 669.
 -boglár 396.
 Zigospora 13.
 Ziliz 403.
 Zingiber officinale 389.
 Zoea 639, 640.
 Zoidiogam növény 186, 187.
 virágok 189*.
 Zoidiophilae 187.
 Zománcpikkelyű hal 659, 660.
 Zoochlorella 43.
 Zoochorae 201.
 Zoofiziologia 417.
 Zoogloea 334.
 Zoogeográfia 418.
 Zoogonidium 89*, 90*.
 Zoográfia 416, 418.
 Zookémia 418.
 Zoologia 415.
 Zoophyta 38, 605.
 Zoopszichologia 418.
 Zoosporangium 340.
 Zootomia 416.
 Zooxanthella 43.
 Zopf 271, 305, 333.
 Zostera 186, 383.
 Zörgőfű 412.
 Zöld élősködők 273.
 mirigy 639.
 moszatok 340, 342.
 növények 44.
 szöcske 646.
 Zsákállat 28, 652, 677.
 Zsálya 409.
 Zsázsa 397.
 Zsibbasztó rája 576, 577.
 Zsiger-dúc 568.
 -zacskó 630, 631.
 Zsigerváz 656.
 Zsinórféreg 616.
 Zsír 5, 10.
 Zsiráf 669.
 Zsírok 241, 267.
 Zsírsvak 522.
 -sejtek 501.
 Zsírt megvasító enzimek 267.
 Zsombék sás 386.
 Zsombor 397.
 Zsurlók 114, 153.
 Zumstein 337.
 Zuza 519.
 Zuzmók 68, 87, 91, 274, 280, 282, 358.
 fajai 360.
 Zuzmótelep 93*, 359.
 Zygon malleus 660.
 Zygophyllaceae 401.
 Zygophyllum Fabago 147.
 Zygonis 15.
 Zygonpora 339, 341.
 Zymogén baktériumok 276, 334, 335.
 Zygnema 339.

